

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للتكنولوجيات المتقدمة

École Nationale Supérieure des Technologies Avancées

Département : Génie Électrique Et Informatique Industrielle



Mémoire de projet de fin d'études

pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'État en **Automatique**

Spécialité

Automatique et Informatique Industrielle

**Automatisation et Régulation d'un Séparateur
de Test Triphasique (Pétrole, Gaz, Eau) et
Intégration d'une Solution IoT (Mindsphere)**

Réalisé par

BABAAISSA Oualid

ZERARKA Mohamed Fawzi

Les membres de Jury :

Président	Mme. BELHACHAT Faiza	M.C.A	ENSTA
Promoteur	M. REZGUI Wail	M.C.B	ENSTA
Co-Promoteur	M. HAMDANIA Mohamed Fouzi	Expert métier	SIEMENS
Examineur	M. CHERABIT Nouredine	M.A.A	ENSTA
Examineur	M. DERMOUCHE Reda	M.C.B	ENSTA

Alger, le 27/06/2024

Année universitaire 2023 – 2024

Dédicaces

“En premier lieu, je remercie DIEU, le Tout-Puissant, pour m’avoir accordé la force, la patience et la sagesse nécessaires pour mener à bien ce projet.

Je dédie ce travail à ma famille, qui m’a soutenu sans relâche et a toujours cru en moi. Votre amour, vos encouragements et votre patience ont été ma source de motivation et de force tout au long de cette aventure académique.

Maman, Papa, merci de m’avoir toujours poussé à donner le meilleur de moi-même et de m’avoir montré que tout est possible avec du travail et de la persévérance. À mes sœurs, pour vos mots d’encouragement et votre compréhension durant les moments où j’étais moins présent, merci de m’avoir toujours fait sentir que je n’étais jamais seul.

À mon binôme de projet, Oualid, merci pour votre collaboration, vos idées brillantes et votre travail acharné. Votre soutien et votre camaraderie ont été inestimables tout au long de ce parcours.

À mes amis proches, je vous adresse ma gratitude la plus profonde pour votre soutien inconditionnel. Vous avez été à mes côtés dans les moments de doute, m’avez offert des moments de répit essentiels, et avez partagé avec moi des instants de joie qui ont équilibré cette période exigeante. Votre amitié a été une bouffée d’air frais et une source d’énergie renouvelable.”

Mohamed Fawzi

Dédicaces

“ *Au premier, je souhaite exprimer ma plus profonde gratitude à Allah, qui m’a accordé le courage, la force et la persévérance nécessaires pour mener à bien mon parcours académique. Sa guidance et sa bénédiction ont été des piliers constants, me soutenant dans chaque étape de mon voyage vers le succès.*

Je dédie ce travail à ma famille, dont l’amour et le soutien ont été essentiels. Leur éducation et leurs valeurs m’ont façonné et m’ont permis de devenir la personne que je suis aujourd’hui.

À mon cher papa et ma chère maman, Vos encouragements constants et votre soutien inébranlable ont été ma source de force et d’inspiration. Vous avez toujours été présents pour moi, m’offrant des conseils précieux et m’encourageant à persévérer même dans les moments les plus difficiles. Votre amour et votre dévouement m’ont guidé et m’ont donné la confiance nécessaire pour accomplir mes objectifs. Je vous suis éternellement reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi.

À mes frères et sœurs, Votre soutien affectueux et vos encouragements ont toujours été une source de réconfort et de motivation. Vous avez partagé avec moi des moments de joie et de peine, et votre présence a été un pilier sur lequel je me suis appuyé tout au long de ce parcours.

À mon cher ami Sofiane Bahmani, Bien que tu nous aies quittés trop tôt, ta mémoire reste gravée dans mon cœur. Ta compagnie et ton amitié ont marqué ma vie de manière indélébile. J’aurais aimé partager ce moment de réussite avec toi, mais je sais que tu es avec moi en esprit, et je dédie ce travail à ta mémoire en souvenir de tout ce que nous avons partagé.

À mon binôme de travail, Mohamed Fawzi, Je tiens à te remercier pour ton sérieux, ton professionnalisme et ta collaboration tout au long de ce projet. Travailler à tes côtés a été une expérience enrichissante et agréable. Ta diligence et ton engagement ont grandement contribué au succès de notre travail commun.

À mes amis proches, Merci pour votre amitié sincère et votre soutien constant. Vous avez été une source de motivation et de réconfort inestimable, et votre présence m’a aidé à surmonter les défis et à rester concentré sur mes objectifs. Votre encouragement et votre confiance en moi ont été des facteurs déterminants dans mon parcours. ”

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce projet.

Nous remercions tout particulièrement M. HAMDANIA Fouzi pour son expertise et ses conseils avisés, qui ont grandement contribué à la réussite de ce projet.

Nous souhaitons également exprimer notre reconnaissance à notre encadrant de projet, M. REZGUI Wail, pour ses conseils précieux, son soutien constant et sa patience tout au long de cette aventure. Merci à l'ensemble des professeurs de l'ENSTA pour leur enseignement inspirant et leur dévouement.

À nos collègues de promotion, pour les moments partagés, l'entraide et les discussions enrichissantes. Nous avons parcouru ce chemin ensemble et nous vous en sommes reconnaissants.

Nous remercions également SIEMENS pour l'opportunité offerte et les ressources mises à notre disposition, qui ont été essentielles à la réalisation de ce projet.

ملخص

يتناول هذا المشروع التشغيل الآلي لفاصل اختبار ثلاثي المراحل في الصناعة البترولية والغازية. من خلال دمج تقنيات مثل جهاز التحكم المنطقي القابل للبرمجة، ووحدات الأمان، واجهة المستخدم البديهية، ومنصة مايندسفير، يعزز هذا المشروع الدقة والسلامة والكفاءة في العمليات الصناعية. تظهر النتائج فعالية دمج تقنيات التشغيل الآلي وإنترنت الأشياء الصناعي لإدارة عمليات صناعية محسنة.

كلمات مفتاحية: التشغيل الآلي، جهاز التحكم المنطقي القابل للبرمجة، إنترنت الأشياء الصناعي، مايندسفير، فاصل اختبار ثلاثي المراحل، واجهة المستخدم البديهية، الأمان

Résumé

Ce projet porte sur l'automatisation d'un séparateur de test triphasique dans l'industrie pétrolière et gazière. En intégrant des technologies telles que le PLC ET200SP, des modules de sécurité, une IHM intuitive et la plateforme MindSphere, ce projet améliore la précision, la sécurité et l'efficacité des opérations industrielles. Les résultats démontrent l'efficacité de l'intégration des technologies d'automatisation et de l'IIoT pour une gestion optimisée des processus industriels.

Mots clés :Automatisation industrielle, IIoT, MindSphere, PLC ET200SP, Séparateur de test triphasique, HMI, Sécurité.

Abstract

This project focuses on the automation of a three-phase test separator in the oil and gas industry. By integrating technologies such as the ET200SP PLC, safety modules, an intuitive HMI, and the MindSphere platform, this project enhances the precision, safety, and efficiency of industrial operations. The results demonstrate the effectiveness of integrating automation and IIoT technologies for optimized industrial process management.

Keywords :Industrial automation, IIoT, MindSphere, ET200SP PLC, Three-phase test separator, HMI, Safety.

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction Générale	1
Chapitre 1: Informations Générales et Aperçu du Projet	3
1.1 Introduction	4
1.2 Présentation de SIEMENS et SONATRACH HBR	4
1.2.1 Présentation de SIEMENS	4
1.2.2 SONATRACH	5
1.3 Contexte du PFE	6
1.4 Problématique du PFE	6
1.5 Solutions Proposées du PFE	7
1.6 Composants matériels et Architecture du PFE	8
1.6.1 Composants matériels	8
1.6.2 Architecture du projet	10
1.7 Conclusion	11
Chapitre 2: Description de séparateur de Test 71V-1001	12
2.1 Introduction	13
2.2 Définition de Séparateur triphasé	13
2.3 Définition de séparateur horizontal	13
2.4 Définition de séparateur de test 71V-1001	14
2.5 Caractéristique de séparateur 71V-1001	15
2.6 Système d'instrumentation de séparateur 71V-1001	16
2.6.1 Définition de l'Instrument de Mesure	16
2.6.2 Capteurs	16

2.6.3	Certification des équipements dans l'industrie pétrolière et gazière . . .	16
2.6.4	Récapitulatif des équipements	17
2.7	Schéma P&ID	17
2.8	Description du processus du séparateur 71V-1001	19
2.8.1	Contrôle du Niveau d'Huile	19
2.8.2	Contrôle du Niveau d'Eau	19
2.8.3	Contrôle du Pression de Gaz	19
2.8.4	Gestion du Système d'Arrêt d'Urgence (ESD)	20
2.9	Matrice cause à effet	24
2.10	Le fonctionnement du LCP	24
2.10.1	Fonctions des LED et des boutons du LCP	24
2.10.2	Fonctionnement en état automatique	25
2.10.3	Fonctionnement en mode manuel	26
2.11	Communication MODBUS	26
2.11.1	Introduction au protocole Modbus	26
2.11.2	Utilisation du Protocole Modbus dans le Séparateur de Test	26
2.12	Conclusion	27
Chapitre 3: Automatisation, supervision de séparateur de Test triphasique 71V-1001		28
3.1	Introduction	29
3.2	Automatisation de Séparateur de Test Triphasique avec ET200SP CPU et TIA Portal	29
3.2.1	ET200SP CPU	29
3.2.2	Introduction à TIA Portal	30
3.2.3	Concepts de Base en TIA Portal	30
3.2.4	Création d'un Projet dans TIA Portal	32
3.3	Programmation des Blocs de Programme	35
3.3.1	Mise à l'échelle	35
3.3.2	Régulation PID	36
3.3.3	Gestion des alarmes pour le séparateur	37

3.3.4	Communication modbus RTU RS485	38
3.3.5	Calcul de volume total et rendement	41
3.3.6	Blocs logiques de sécurité	42
3.4	Supervision de Séparateur de Test Triphasique avec HMI TP 1500	44
3.4.1	Conception de l'Interface Utilisateur (HMI)	44
3.4.2	Les Données à Envoyer à HMI	45
3.4.3	Navigation des Vues de l'IHM	46
3.5	Conclusion	50
Chapitre 4: Solution IoT Avec Mindspere		51
4.1	Introduction	52
4.2	MindConnect Nano	52
4.3	MindSphere	53
4.4	Actif(asset)	53
4.5	Aspect	54
4.6	Préparation de MindConnect nano pour MindSphere	54
4.7	Préparation des données de séparateur à publier dans le Cloud MindSphere	57
4.8	Configuration des variables, aspects, types et actifs	58
4.9	Configuration de la source de données et des points de données	59
4.10	Analyse visuelle des actifs dans Fleet Manager	60
4.11	Conclusion	61
Conclusion générale		62
Bibliographie		67
Chapitre A : Système d'instrumentation de séparateur 71V-1001		68
A.1	Mesure de niveau	69
A.2	Mesure de température	71
A.3	Mesure de pression	72
A.4	Mesure de débit	74
A.5	Les actionneurs	76
A.5.1	L'actionneur des vannes d'arrêt d'urgence ESDV	76
A.6	La soupape de sécurité : PSV-1005	78

A.7 Les vannes de régulation	79
A.8 Orifice de restriction (71-RO-1038)	80
A.9 Système de traçage thermique	81
Chapitre B : Description Technique et Caractéristiques des Éléments du Système d'Automatisation	82
B.1 Caractéristiques Techniques de ET200SP CPU	83
B.2 Les modules de sécurité	83
Chapitre C : Liste Des Entrées/Sortie	88
C.1 Liste des Instruments Utilisés dans le Séparateur de Test	89
C.2 Placement des Instruments de Gestion de Processus	92
C.3 Placement des Instruments d'Arrêt d'Urgence dans le Deuxième Rack	93
Chapitre D : Schéma Electrique	96

Liste des figures

1.1	Siège de Siemens SPA.	4
1.2	situation géographique du site de projet	5
1.3	Composants matériels	8
1.4	Architecture du projet	10
2.1	Séparateur triphasé	13
2.2	Séparateur horizontal	14
2.3	Séparateur de test mobile 71V-1001	15
2.4	Schéma de la chaîne de mesure	16
2.5	Schéma de la régulation du niveau d'huile avec 71LIC-1001	19
2.6	Schéma de la régulation du niveau d'Eau avec 71LIC-1002	19
2.7	Schéma de la régulation de pression de gaz avec 71PIC-1002	20
2.8	Organigramme de Gestion de la pression d'entrée	20
2.9	Organigramme de Gestion des Alarmes de Niveau Haut	21
2.10	Organigramme de Gestion des Alarmes de Niveau Bas	21
2.11	Organigramme de Gestion des Alarmes de Pression Élevée	22
2.12	Organigramme de Gestion de l'Arrêt d'Urgence (S0)	22
2.13	Organigramme de Gestion d'Arrêt d'Urgence dans le DCS Honeywell	23
2.14	Organigramme montrant l'Intervention Externe via DCS Honeywell	23
2.15	Architecture de communication Modbus RTU entre le DCS Honeywell et les débitmètres via le CPU ET200SP	27
3.1	Vue du ET200SP CPU 1512SP F-1PN	29
3.2	Structure typique des blocs de programmation OB, FB, FC	30

3.3	Illustration des Types de Blocs Utilisés dans le Projet	31
3.4	Création du projet dans TIA PORTAL	32
3.5	Ajout du PLC ET200SP CPU 1512SP F-1 PN	32
3.6	Ajout du module F-DI référencié 6ES7136-6BA00-0CA0	33
3.7	après l'ajout de tous les modules	33
3.8	configuration matérielle du 2ème Rack	34
3.9	Ajout du HMI TP1500 Comfort Panel 15"	34
3.10	schéma du réseau ProfiNet entre PLC et HMI	35
3.11	Mise à l'Échelle pour le Transmetteur de Pression 71PIT-1009	36
3.12	Schéma de Boucle de Régulation PID	36
3.13	Programmation du Bloc PID pour la Régulation du Niveau d'Eau	37
3.14	Configuration des Réseaux d'Alarme dans TIA Portal	37
3.15	Configuration des Paramètres de Communication pour les deux Ports Modbus	38
3.16	Programmation du Bloc Modbus_Comm_Load dans TIA Portal	39
3.17	Structure de Données "Data_Slave" pour la Communication avec le DCS Honeywell	40
3.18	Programmation du Bloc Modbus_Slave dans TIA Portal	40
3.19	Programmation du Bloc Modbus_Master pour la Lecture de la Masse Totale de Gaz	41
3.20	Implémentation de la Totalisation des Débits et du Calcul des Pourcentages pour l'Eau, le Pétrole et le Gaz	41
3.21	Utilisation du bloc d'arrêt d'urgence (ESTOP) pour la vanne 71ESDV-1035	42
3.22	organigramme montrant le fonctionnement du Bloc ESTOP pour ESDV-1035	43
3.23	Surveillance de l'État de la Vanne d'Arrêt d'Urgence 71ESOV-1035 via le Bloc FDBACK	44
3.24	Vue d'ensemble WinCC Advanced	45
3.25	Configuration des Blocs de Données Globales pour la Supervision via l'Interface HMI	45
3.26	Schéma de Navigation entre les Différentes Vues de l'IHM	46
3.27	Vue Principale MTS	47

3.28	Vue Variables Analogiques	47
3.29	Vue Variables Numériques	48
3.30	Vue Alarmes	48
3.31	Vue Trend Débit Oil	49
3.32	Vue Diagnostique	49
4.1	MindConnect Nano	52
4.2	Architecture de MindSphere	53
4.3	Connexion Ethernet au port X1P1 du MindConnect Nano	54
4.4	Création d'un nouvel actif MindConnect Nano	54
4.5	Configuration réseau des interfaces Ethernet du MindConnect Nano : X1P1 et X2P1	55
4.6	Configuration de l'Adresse IP pour le PLC dans TIA Portal	55
4.7	Activation de l'accès PUT/GET sur le PLC	56
4.8	LED de statut du MindConnect Nano pendant la configuration	56
4.9	Mise à jour du firmware et statut d'onboarding du MindConnect Nano	57
4.10	Bloc de données globales (DB29) avec les paramètres de débit et de pourcentage	57
4.11	Désactivation de l'option "Optimized block access"	57
4.12	Création des aspects avec les variables et unités respectives	58
4.13	Création du type actif avec les aspects définis	59
4.14	Création du nouvel actif dans Asset Manager	59
4.15	Création de la source de données et ajout des points de données	60
4.16	Interface de visualisation des données dans MindSphere	61
A.1	Transmetteur de niveau magnétostrictif	69
A.2	Transmetteurs de niveau existants sur le séparateur 71V-1001	70
A.3	Sonde à résistance Rosemount Emerson 65	71
A.4	transmetteur de température RoseMount 644	72
A.5	Transmetteur de pression RoseMount 2088	73
A.6	Transmetteur de pression différentielle RoseMount 3051	73
A.7	Photo réelle du Transmetteur de pression différentielle 71PDIT-1003	74
A.8	Manomètre à tube manométrique WIKA	74

A.9	Transmetteur de débit massique Coriolis	75
A.10	Principe de fonctionnement du Transmetteur de débit massique Coriolis	75
A.11	transmetteur de débit Emerson FB1100 (FIT-1001)	76
A.12	Actionneur hydraulique Actreg modèle Scotch Yoke	77
A.13	Vanne à bille avec support trunnion	78
A.14	vanne à bille flottante	78
A.15	Schéma et photo de la soupape de sécurité PSV-1005	79
A.16	Vanne de régulation Actreg	79
A.17	Vanne de régulation LV-1001/1002	80
A.18	Orifice de restriction	81
A.19	Système de traçage thermique	81
B.1	Vue du module F-DI 8x24VDC HF	84
B.2	Vue du module de sortie de sécurité F-DQ 8x24VDC/0,5A PP HF	85
B.3	Vue du module de F-AI 4xI 2-/4-wire HF	86
B.4	Vue de l'IHM TP1500 Comfort Panel	87

Liste des tableaux

2.1	Caractéristiques du séparateur de test 71V-1001	15
2.2	Récapitulatif des équipements	17
2.3	matrice cause à effet	24
A.1	Caractéristiques du Transmetteur de niveau WIKA	69
A.2	Tags des Transmetteurs existants	69
A.3	Caractéristiques de la jauge de niveau KSR	70
A.4	Tags des capteurs existants	70
A.5	les caractéristiques du Rosemount Emerson 65(TE-1001)	71
A.6	les caractéristiques Rosemount Emerson 65(TE-1003)	71
A.7	caractéristiques de transmetteur rosemount644	72
A.8	Caractéristiques du Transmetteur de pression RoseMount 2088 (PIT-1002/1009)	73
A.9	Caractéristiques du Transmetteur de pression différentielle RoseMount 3051	73
A.10	Caractéristiques du manomètre WIKA	74
A.11	Caractéristiques du Transmetteur de débit massique MicroMotion 5700	75
A.12	caractéristiques du transmetteur de débit Emerson FB1100 (FIT-1001)	76
A.13	Caractéristiques de l'actionneur Actreg	77
A.14	Caractéristiques de la Vanne à bille avec support trunnion	78
A.15	Caractéristiques de la vanne à bille flottante	78
A.16	Caractéristiques de la soupape de sécurité	79
A.17	Caractéristiques de la vanne de régulation LV-1001/1002	80
A.18	Caractéristiques de la vanne de régulation PV-1002	80
B.1	Tableau des caractéristiques de ET200SP CPU1512SP F-1 PN	83

LISTE DES TABLEAUX

B.2	Tableau des caractéristiques techniques du module F-DI	84
B.3	Tableau des caractéristiques techniques du module F-DQ	85
B.4	Tableau des caractéristiques techniques du module F-AI	86
B.5	Tableau des caractéristiques de l’IHM TP1500	87
C.1	Liste des instruments du séparateur de test	89
C.2	Placement des Instruments de Gestion de Processus dans le Premier Rack . . .	92
C.3	Placement des Instruments d’Arrêt d’Urgence dans le Deuxième Rack	94

Liste des abréviations

- API** Automate Programmable Industriel
- CCR** Salle de Contrôle Centralisée
- IHM** Interface Homme-Machine
- PID** Proportionnel-Intégral-Dérivé
- ESD** Emergency Shutdown (Arrêt d'Urgence)
- RTU** Remote Terminal Unit
- PLC** Programmable Logic Controller
- IoT** Internet of Things (Internet des Objets)
- HBR** Hassi Bir Rekaiz
- CIS** Complexe Industriel Sud
- TOR** Tout ou Rien (Digital)
- DCS** Distributed Control System (Système de Contrôle Distribué)
- IIoT** Industrial Internet of Things (Internet des Objets Industriels)
- ESDV** Emergency Shutdown Valve (Vanne d'Arrêt d'Urgence)
- ATEX** Atmosphères Explosives
- CPU** Central Processing Unit (Unité Centrale de Traitement)
- LCP** Local Control Panel (Panneau de Contrôle Local)

Introduction générale

L'automatisation est un élément central de l'industrie pétrolière et gazière, où elle joue un rôle crucial pour améliorer l'efficacité, la sécurité et la précision des opérations. Parmi les dispositifs essentiels de ce secteur figure le séparateur de test triphasique, utilisé pour la séparation et la mesure des flux de pétrole, d'eau et de gaz. Avec l'évolution rapide des technologies de l'Internet des Objets Industriels (IIoT) et des plateformes de gestion de données basées sur le cloud, l'intégration de ces innovations dans les systèmes existants devient de plus en plus pertinente. Ce projet a pour objectif principal l'automatisation complète d'un séparateur de test triphasique, incluant l'utilisation d'un système de contrôle programmable (PLC) ET200SP CPU de Siemens, l'intégration de modules de sécurité, la conception d'une interface homme-machine (IHM) intuitive, et la connexion des équipements au cloud via la plateforme MindSphere de Siemens pour une gestion et une analyse des données en temps réel. La méthodologie suivie comprend l'ingénierie inverse du système existant pour comprendre en détail son architecture et ses composants, la programmation et la configuration des composants matériels et logiciels, l'intégration de la connectivité IoT, et des tests rigoureux pour assurer le bon fonctionnement du système. Les résultats attendus visent à démontrer l'efficacité de l'intégration des technologies d'automatisation et de l'IIoT, en améliorant la précision des mesures, la sécurité des opérations et l'efficacité globale des processus industriels.

Dans ce mémoire, nous aborderons les différentes étapes de la mise en œuvre du projet, de l'ingénierie inverse à l'intégration finale des solutions IoT et Cloud.

Dans le **Chapitre 1**, Nous allons présenter une introduction détaillée du projet. Nous définirons les objectifs du projet, son importance dans l'industrie, ainsi que les enjeux et défis qu'il vise à adresser.

Dans le **Chapitre 2**, une description complète du séparateur de test triphasique sera présentée, incluant ses composants, son fonctionnement, et son importance dans l'industrie pétrolière et gazière. Ce chapitre analysera également les principes de fonctionnement du système, notamment la gestion des arrêts d'urgence et la régulation des paramètres critiques tels que les niveaux de liquide et la pression de gaz.

Le **chapitre 3** se concentrera sur l'automatisation et la supervision du séparateur de test triphasique à l'aide de la CPU ET200SP de Siemens et des modules de sécurité. Nous expliquerons comment ces composants sont intégrés pour assurer une automatisation efficace et sécurisée. Nous aborderons également la conception et le développement de l'IHM pour la supervision et le contrôle des processus.

Enfin, dans le **Chapitre 4**, Nous explorerons l'intégration d'une solution IoT avec MindSphere. Nous présenterons le MindConnect Nano et détaillerons le processus de connexion des équipements industriels à la plateforme MindSphere. Nous montrerons comment les données sont collectées, transmises et analysées en temps réel pour améliorer les performances et la gestion des actifs.

Chapitre 1

Informations Générales et Aperçu du Projet

1.1 Introduction

Ce chapitre présente une vue d'ensemble des principales entreprises impliquées, SIEMENS et SONATRACH HBR, en détaillant leurs rôles respectifs dans ce projet. Le projet, situé sur le site de Hassi Bir Rekaiz (HBR), un complexe industriel dédié au traitement du pétrole et du gaz, se concentre sur l'automatisation et la régulation du séparateur de test mobile 71V-1001, destiné à mesurer et optimiser le rendement des puits.

Le chapitre introduit également le contexte, les problématiques, les solutions proposées, les objectifs, ainsi que l'importance de ce PFE. En décrivant les composantes matérielles et l'architecture du projet, il met en évidence les défis actuels et les solutions technologiques proposées, notamment l'utilisation du protocole Modbus RTU RS485 et de la plateforme cloud MindSphere pour une gestion efficace et centralisée des données.

1.2 Présentation de SIEMENS et SONATRACH HBR

1.2.1 Présentation de SIEMENS

Siemens est un groupe international d'origine allemande, largement reconnu comme l'une des plus grandes sociétés d'ingénierie et de technologies au monde, spécialisé dans les hautes technologies et opérant activement dans divers secteurs tels que l'industrie, l'énergie, l'automobile et la santé.

En Algérie, Siemens est présente depuis plus de 60 ans. La filiale de l'entreprise, Siemens Algérie, opère dans différents domaines, tels que l'énergie, l'industrie, les transports et la santé, en proposant des solutions technologiques adaptées aux besoins locaux.

Siemens Algérie a également développé des partenariats avec des entreprises locales pour soutenir le développement économique et social en Algérie, en fournissant des technologies innovantes et des solutions pour différents secteurs. La Figure 1.1 montre le siège de Siemens SPA. [1]



Figure 1.1 : Siège de Siemens SPA.

1.2.2 SONARTACH

SONATRACH est la compagnie nationale algérienne de recherche, d'exploitation-Production, de transport par canalisation, Liquéfaction et Séparation, Raffinage et Pétrochimie, de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivées.

Site du projet

Le site d'exécution du projet se situe dans le complexe industriel CIS, au sud du champ de Hassi-Messaoud, dans la zone de Hassi Bir Rekaiz (HBR), à 200 km de Hassi Messaoud et à 800 km au sud d'Alger. Ce complexe est constitué d'une chaîne d'unités industrielles dédiées au traitement, au stockage et à l'évacuation du pétrole brut et du gaz, recevant la production totale d'huile et de gaz de la région sud, provenant principalement des unités satellites et directement des puits. La Figure 1.2 montre la situation géographique du site de projet.

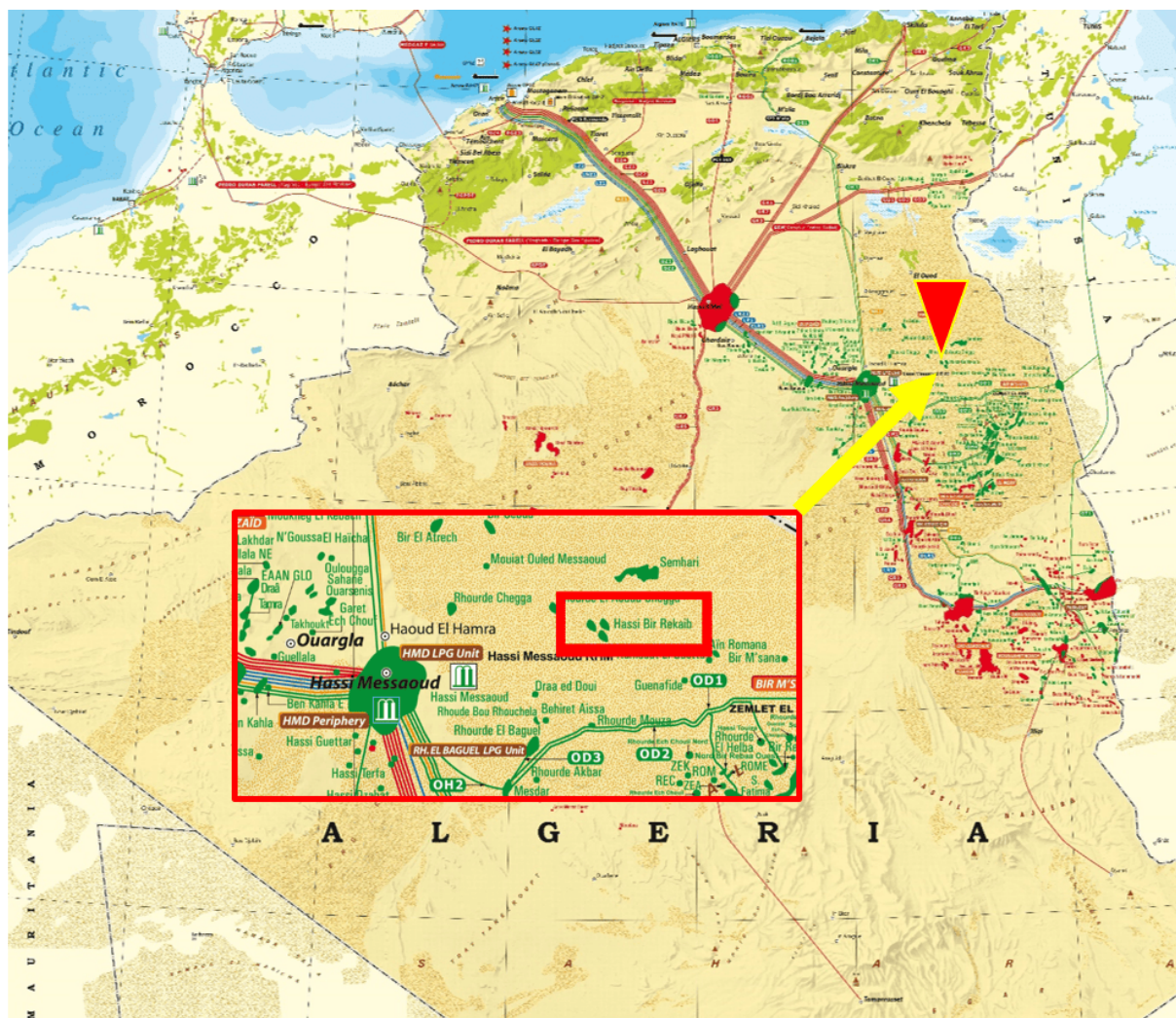


Figure 1.2 : situation géographique du site de projet [2]

1.3 Contexte du PFE

L'industrie pétrolière et gazière joue un rôle crucial dans l'économie mondiale, fournissant des sources d'énergie essentielles pour divers secteurs. L'extraction efficace de ces ressources dépend de nombreux facteurs, dont la séparation précise des différents composants des fluides de puits. Les séparateurs, en particulier les séparateurs de test mobiles, sont au cœur de ce processus, permettant de séparer et de mesurer le volume du pétrole, le gaz et l'eau extraits.

La société SONATRACH, acteur majeur dans le secteur des hydrocarbures en Algérie, fait appel à des entreprises technologiques comme Siemens pour améliorer l'efficacité et la sécurité de ses opérations. Siemens, avec plus de 60 ans de présence en Algérie, fournit des solutions avancées d'automatisation et de régulation qui répondent aux besoins spécifiques de l'industrie locale. Dans ce contexte, ce projet de SONATRACH sera réalisé par Siemens, en se basant sur les documents fournis par SONATRACH, incluant les schémas électriques, les fiches techniques des instruments, les schémas P&ID, et la description du processus. Le projet de régulation et d'automatisation du séparateur de test mobile s'inscrit dans cette dynamique, visant à optimiser les opérations de séparation et à garantir la sécurité et la fiabilité des processus.

1.4 Problématique du PFE

Dans notre projet, plusieurs problématiques ont été identifiées. Ces défis, détaillés ci-dessous, doivent être résolus.

- **Accès restreint au code de programmation de l'automate**

L'une des principales difficultés rencontrées est l'accès restreint au code de programme de l'automate existant. Cette situation complique toute tentative de modification, d'amélioration ou de dépannage du système actuel. En l'absence de ce code, il est impossible de comprendre le fonctionnement interne du système ou de diagnostiquer les problèmes de manière efficace. Cela limite également la capacité à intégrer de nouvelles fonctionnalités ou à optimiser les performances de l'automate.

- **Conséquences des arrêts liés aux installations**

Les puits de production sont directement connectés au séparateur de test mobile, qui est lui-même situé dans une zone qui précède la zone de production. Par conséquent, un arrêt du système de séparation peut provoquer un retard ou une interruption de la production entière. Une telle interruption entraîne des pertes financières substantielles en raison de la diminution de la production et de l'inefficacité accrue des opérations. La dépendance entre les différents éléments du système amplifie les impacts des pannes, rendant la gestion de la continuité des opérations encore plus cruciale.

- **Manque d'une copie du programme**

Le manque d'une copie du programme de l'automate constitue une menace significative. En cas de panne ou d'arrêt de l'automate, il n'existe aucun moyen de restaurer rapidement le système à son état de fonctionnement précédent. Cela peut entraîner des interruptions prolongées du service, des pertes de données cruciales et la nécessité de reprogrammer entièrement l'automate, ce qui est à la fois coûteux et chronophage.

- **Risques de dégâts humains et matériels**

Les défaillances du système ne se traduisent pas seulement par des pertes financières, mais aussi par des risques potentiels pour la sécurité humaine et matérielle. Un dysfonctionnement de l'automate peut entraîner des conditions de travail dangereuses, exposant le personnel à des risques d'accidents. De plus, les équipements matériels peuvent subir des dommages importants, nécessitant des réparations coûteuses ou des remplacements.

- **Contraintes pour le diagnostic et la maintenance en cas de panne partielle**

Lorsqu'une panne partielle survient dans le système, le diagnostic et la maintenance deviennent particulièrement difficiles. L'absence de données précises et de diagnostics en temps réel complique l'identification rapide et précise des points de défaillance. Les techniciens doivent souvent recourir à des méthodes de dépannage manuel, qui sont non seulement inefficaces mais aussi susceptibles de prolonger les temps d'arrêt et d'augmenter les coûts de maintenance.

1.5 Solutions Proposées du PFE

Pour répondre aux problématiques identifiées, nous proposons plusieurs solutions ci-dessous.

- **Reverse Engineering** : La première étape consiste à utiliser le reverse engineering pour étudier le fonctionnement du système existant, en se basant sur les schémas électriques et le schéma P&ID. Cette méthode permet de comprendre en détail les processus et les mécanismes en place, ce qui est essentiel pour reproduire et améliorer le système.
- **Automatisation du Système** : L'automatisation complète du système est ensuite mise en œuvre. Cela inclut la programmation de l'automate depuis zéro, garantissant un contrôle précis et optimal des opérations. Cette approche nous donne également un accès complet au code du programme, facilitant ainsi la maintenance et les futures modifications. La régulation des vannes de régulation est également mise en place pour assurer un fonctionnement fluide et efficace, en ajustant automatiquement les débits et les pressions en fonction des besoins du système.
- **Développement d'une Interface IHM** : Le développement d'une interface IHM est crucial pour la supervision et le contrôle du séparateur de test mobile. Cette interface permet une surveillance en temps réel et une interaction efficace avec le système, offrant aux opérateurs une vision claire des opérations.
- **Publication des Données dans le Cloud MindSphere de Siemens** : Enfin, la publication des données dans le cloud MindSphere de Siemens représente une amélioration significative du processus. Cette étape permet une supervision à un niveau ERP (Enterprise Resource Planning), facilitant la gestion centralisée et intelligente des données. Nous avons également développé un tableau de bord dans le cloud pour la visualisation des données importantes, offrant des outils avancés pour l'analyse des données et la prise de décision stratégique, renforçant ainsi l'efficacité et la fiabilité du système.

1.6 Composants matériels et Architecture du PFE

1.6.1 Composants matériels

La Figure 1.3 montre les composants matériels utilisés dans le cadre de notre PFE.

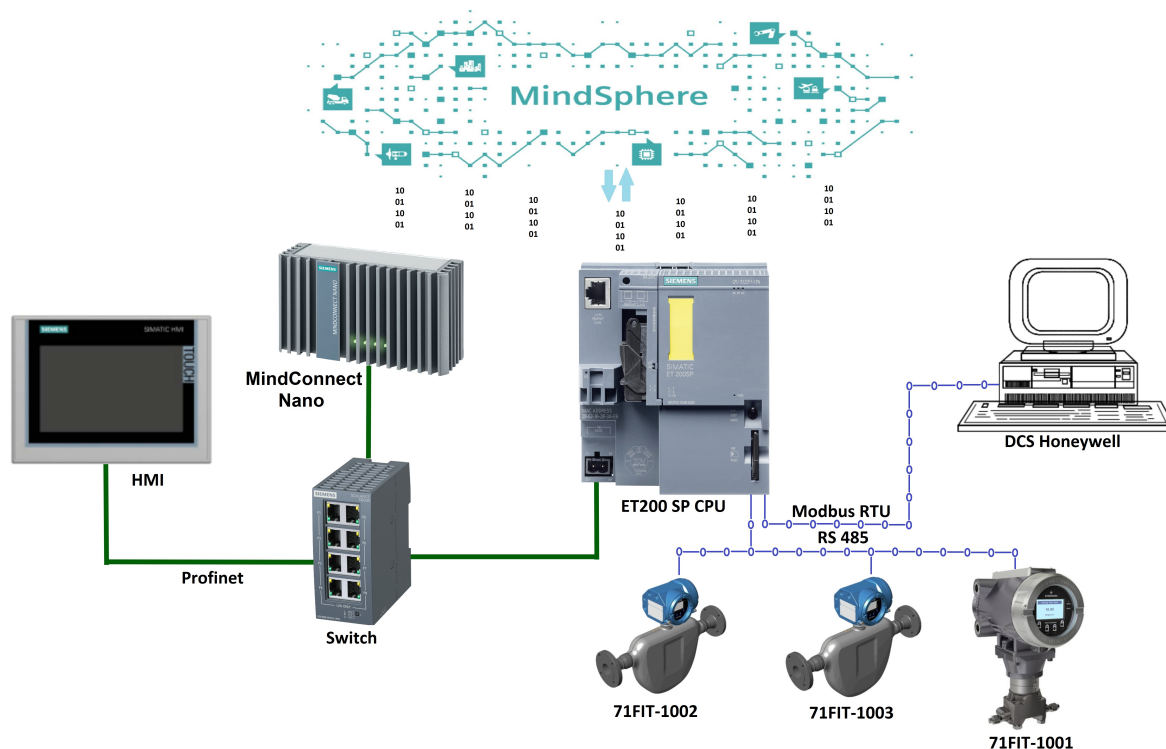


Figure 1.3 : Composants matériels

- **ET200 SP CPU F** : Un automate programmable modulaire est compact de la série ET200 de Siemens, utilisé pour contrôler et automatiser les processus industriels. Il peut être connecté à différents modules d'E/S pour des fonctions diverses.
- **IHM (Interface Homme Machine)** : Une interface utilisateur qui permet aux opérateurs de contrôler et de surveiller les processus industriels. L'écran tactile SIMATIC HMI de Siemens affiche des informations en temps réel et permet d'interagir avec le système.
- **Centre de contrôle** : Un poste de contrôle centralisé où les opérateurs surveillent et contrôlent les processus industriels. Il reçoit et affiche les données provenant des différents capteurs et systèmes de contrôle pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble du processus.
- **Switch** : Un commutateur réseau, également appelé switch, a pour rôle principal d'interconnecter et de gérer de manière logique et efficace tous les appareils constituant le réseau local. Il utilise le protocole Profinet pour la communication entre les différents composants du système, assurant ainsi la transmission de données entre les appareils connectés.
- **Profinet** : Un protocole de communication industriel basé sur Ethernet, utilisé pour échanger des données entre les contrôleurs d'automatisation et les appareils de terrain comme

des appareils IHM, des consoles de programmation, d'autres automates et d'autres systèmes.

- **Modbus RTU RS485** : est un protocole de communication ouvert, largement utilisé dans les environnements industriels pour permettre l'interaction entre équipements via une architecture maître/esclave. Le Modbus RTU est l'un des protocoles industriels les plus couramment utilisés. La communication Modbus via RS-232, RS-422 et RS-485 fonctionne en mode maître/esclave. Cela signifie qu'un dispositif fonctionnant comme maître va interroger un ou plusieurs dispositifs fonctionnant comme esclave. Un dispositif esclave ne peut donc pas fournir volontairement des informations au maître, il doit attendre une sollicitation.

Lorsque la communication s'effectue via le RS-232, il ne peut y avoir qu'un seul maître et un seul esclave. En revanche, si la communication s'effectue via le RS-485 ou le RS-422, il peut y avoir plusieurs esclaves. Le maître peut écrire des données dans les registres d'un périphérique esclave ou lire les données à partir des registres de celui-ci.

- **71FIT-1001** : Un calculateur de débit antidéflagrant pour le gaz de marque Emerson, essentiel dans les environnements industriels. Il ajuste les mesures de débit en fonction de la température et de la pression du gaz pour obtenir des résultats précis et fiables, garantissant la sécurité des opérations dans des zones ATEX.
- **71FIT-1002/71FIT-1003** : Les transmetteurs de débit FIT-1002/1003 d'EMERSON (Micro Motion Model 5700) utilise le principe de l'effet Coriolis pour mesurer le débit massique et la densité du Pétrole/Eau.
- **MindConnect Nano** : un PC industriel préconfiguré permettant la connectivité à MindSphere. Le but de MindConnect Nano est de collecter des données sur le terrain et de les envoyer à MindSphere via des protocoles industriels tels que OPC UA et S7. L'appareil prend en charge la transmission de données cryptées via une connexion Internet sécurisée vers MindSphere, activant ainsi des applications et services basés sur le Cloud.[3]
- **MindSphere** : Une plateforme d'Internet des objets (IoT) basée sur le Cloud développée par Siemens, qui permet de collecter, analyser et visualiser les données des appareils connectés pour améliorer l'efficacité et la performance des processus industriels.[3]

1.6.2 Architecture du projet

L'architecture du projet est illustrée dans la Figure 1.4.

- (1) Transmetteur de niveau
- (2) Transmetteur de pression
- (3) Capteur de température
- (4) Transmetteur de pression
- (5) Transmetteur de débit
- (6) Transmetteur de débit
- (7) Vanne de régulation
- (8) ESDV

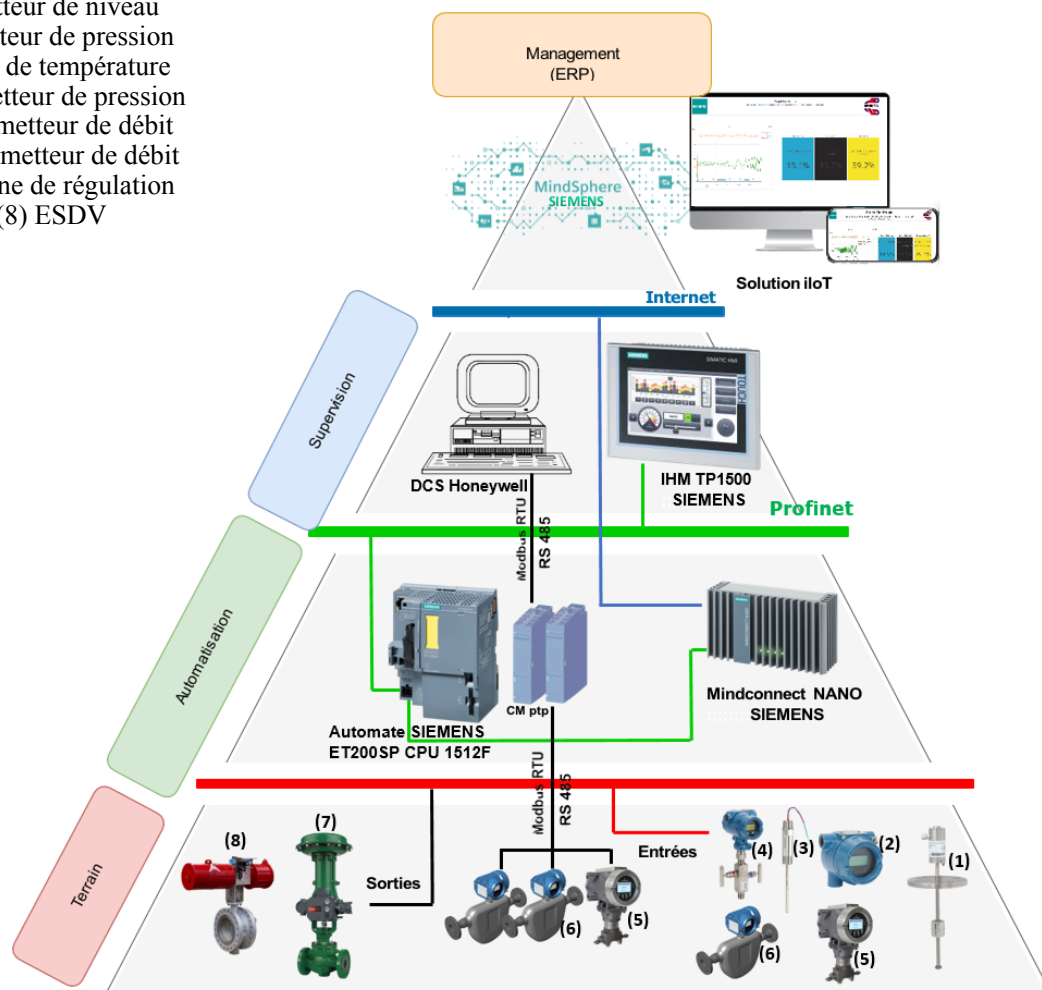


Figure 1.4 : Architecture du projet

- **Niveau de Terrain :** Le niveau de terrain est le niveau le plus bas où se trouvent les éléments physiques du processus. Il contient les capteurs et actionneurs du processus. Les capteurs sont responsables de la mesure des différentes grandeurs physiques telles que la pression, le débit, le niveau et la température. Ces capteurs transmettent ensuite ces données à l'automate ET200SP CPU sous forme de signal 4-20 mA. Il y a également des capteurs TOR (Tout Ou Rien) utilisés pour détecter l'état (ouverture, fermeture) des vannes d'arrêt d'urgence. Les commandes envoyées par l'automate programmable industriel (API) sont transmises aux actionneurs, qui incluent les vannes de régulation, recevant des signaux 4-20 mA, et les vannes de sécurité d'arrêt d'urgence (Emergency Shutdown), recevant des signaux TOR.
- **Niveau d'Automatisation :** Le niveau d'automatisation est responsable de l'automatisation des processus industriels. Il comprend les automates programmables industriels (API) et les modules d'entrées/sorties (E/S). Ces systèmes reçoivent des données des capteurs situés au niveau de terrain et envoient des commandes aux actionneurs. Ce niveau inclut également deux modules de communication (CM ptp). Le premier est utilisé pour transférer les données du terrain vers le centre de contrôle, et le deuxième pour recevoir les

données des trois transmetteurs (eau, pétrole et gaz) via le protocole Modbus RS-485. Le MindConnect Nano joue le rôle de passerelle (Gateway) entre le niveau d'automatisation et le niveau de management. Il collecte les données de l'automate, les encode, puis les transfère vers le cloud de Siemens MindSphere via une connexion internet. Ces données peuvent être analysées et utilisées pour des applications d'analyse, de surveillance et d'optimisation.

- **Niveau de Supervision :** Ce niveau est responsable de la supervision et du contrôle en temps réel des processus automatisés. Il inclut les interfaces homme-machine (HMI) et les centres de contrôle (SCADA). Une IHM tactile de type TP1500 a été mise en place pour la commande et la supervision du séparateur. Sur cette interface, l'opérateur dispose de différentes fonctionnalités et modes de fonctionnement. En mode manuel, l'opérateur a la possibilité de commander plusieurs aspects, tels que la mise en service ou hors service du séparateur, l'ouverture et la fermeture des vannes d'arrêt d'urgence, ainsi que la commande manuelle des vannes de régulation. En mode automatique, le contrôle et la commande du séparateur sont effectués par l'API. L'opérateur peut également visualiser les valeurs des capteurs, notamment le niveau d'eau et de pétrole dans le séparateur, ainsi que la pression de gaz. De plus, il peut surveiller l'état des vannes d'arrêt d'urgence, les vannes de régulation, et visualiser les alarmes du système.
- **Niveau de Management :** Le niveau le plus élevé de la hiérarchie, où se trouvent les systèmes de gestion et de prise de décision. Ce niveau intègre les données recueillies pour l'analyse et l'optimisation des processus. Les solutions IoT et les plateformes cloud pour l'analyse avancée sont incluses à ce niveau. Une fois les données transférées du MindConnect Nano vers le cloud MindSphere, elles sont affichées dans un tableau de bord interactif et ensuite archivées et conservées pour une utilisation ultérieure. Ces données exploitées dans le cloud MindSphere permettent la surveillance et le contrôle en temps réel du système, assurant le suivi des performances des équipements, la détection des anomalies et l'anticipation des pannes grâce aux outils de maintenance prédictive. Les rapports générés aident à identifier les tendances, optimiser l'utilisation des ressources et réduire les coûts opérationnels, offrant ainsi une visibilité globale et une meilleure coordination entre les différents niveaux de l'entreprise.

1.7 Conclusion

En résumé, ce chapitre a détaillé le cadre général du PFE, les entreprises impliquées, et l'importance de l'automatisation des séparateurs de test mobiles pour améliorer la productivité et la sécurité des opérations pétrolières. Les objectifs du PFE incluent la conception d'un système automatisé, l'intégration de modules de sécurité, et le développement d'une interface HMI pour une supervision optimale. L'architecture proposée met en avant l'utilisation de technologies avancées pour une gestion efficace des données et une supervision centralisée. Cette étude démontre l'importance d'une approche systématique pour répondre aux besoins complexes de l'industrie pétrolière et gazière.

Le prochain chapitre a pour objectif de fournir une analyse détaillée des caractéristiques techniques du séparateur 71V-1001 et d'aborder l'utilisation des technologies avancées pour optimiser la surveillance et le contrôle des opérations.

Chapitre 2

Description de séparateur de Test 71V-1001

2.1 Introduction

Le séparateur de test 71V-1001 est un équipement spécialisé d'une importance cruciale dans l'industrie pétrolière et gazière. Il est conçu pour séparer et mesurer les composants des fluides de puits, à savoir le pétrole, le gaz et l'eau, ce qui est indispensable pour évaluer la productivité des puits. Grâce à sa mobilité, il peut être déplacé vers divers sites pour réaliser des tests spécifiques, offrant ainsi une flexibilité opérationnelle considérable.

Ce chapitre fournit une analyse détaillée des caractéristiques techniques du séparateur 71V-1001, ainsi que des divers capteurs et instruments intégrés qui permettent une surveillance précise et continue des paramètres opérationnels. En particulier, nous détaillons l'utilisation du protocole Modbus dans le système de séparateur, ce qui permet une communication efficace entre les différents capteurs et contrôleurs. Cette intégration du protocole Modbus est importante pour optimiser la surveillance et le contrôle des opérations, assurant ainsi des performances fiables et une meilleure gestion des ressources sur le site de production.

2.2 Définition de Séparateur triphasé

Les séparateurs triphasés permettent une séparation plus avancée du fluide extrait en trois phases distinctes : le pétrole (phase un), le gaz (phase deux) et l'eau (phase trois). Cette configuration est adaptée lorsque le fluide extrait contient une quantité significative d'eau qui doit être séparée efficacement du pétrole et du gaz. La configuration de ce type de séparateur est illustrée dans la Figure 2.1.[4]

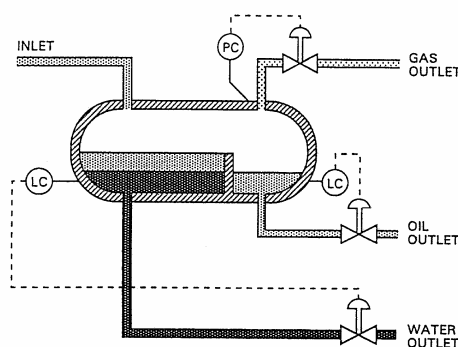


Figure 2.1 : Séparateur triphasé [4]

2.3 Définition de séparateur horizontal

Un séparateur horizontal est un réservoir de séparation utilisé dans l'industrie pétrolière et gazière. Le fluide pénètre dans le séparateur et frappe un déflecteur d'entrée, ce qui provoque un changement soudain d'impulsion et une séparation initiale du liquide et de gaz. À l'intérieur du réservoir, les phases liquides plus lourdes se déposent au fond, tandis que les phases plus légères, comme le gaz, se séparent vers le haut. Ce type de séparateur est plus rentable pour les

applications hautes et moyenne pression en raison de l'épaisseur de paroi nécessaire pour les grands diamètres. Ce type de séparateur est illustré dans la Figure 2.2.[5]



Figure 2.2 : Séparateur horizontal [6]

2.4 Définition de séparateur de test 71V-1001

Les séparateurs de test mobiles (figure 2.3) sont des équipements spécialisés utilisés dans l'industrie pétrolière et gazière pour séparer et mesurer les différents composants des fluides de puits, tels que le pétrole, le gaz et l'eau. Ces séparateurs peuvent être installés de manière permanente ou mobile, montés sur un châssis ou une remorque légère, ce qui leur permet d'être déplacés vers différents sites de puits ou emplacements pour des tests spécifiques.

Leur fonction principale est de calculer le rendement des puits en mesurant le débit de gaz, d'eau et de pétrole, ce qui permet d'évaluer leur productivité. Ces tests sont cruciaux pour optimiser les opérations de production en fournissant des données précises sur la composition et les performances des puits, influençant ainsi les décisions opérationnelles critiques concernant les coûts, l'efficacité et la gestion des ressources.

Les séparateurs de test de puits sont des équipements indispensables pour l'exploration, le développement et la production des puits actifs. Ils offrent un retour sur investissement continu en fournissant aux décideurs sur place des informations cruciales qui facilitent une extraction plus efficace des ressources précieuses.

Ces séparateurs ont une gamme d'applications diverses, notamment :

- Exploration de puits onshore et offshore : ils sont utilisés pour évaluer les caractéristiques des fluides extraits lors de l'exploration de nouveaux puits.
- Développement de puits : ils aident à optimiser le débit et la composition du fluide extrait pendant la phase de développement.
- Production de puits et extraction de ressources : les séparateurs de test surveillent et contrôlent la production de gaz, de pétrole et d'eau des puits pendant la production.

- Nettoyage post-production : les séparateurs sont utilisés pour traiter les résidus de fluides restants après la production.
- Mesure du rendement des puits : les séparateurs de test permettent de calculer le rendement des puits, aidant ainsi à évaluer leur productivité et leur efficacité opérationnelle.[7]



Figure 2.3 : Séparateur de test mobile 71V-1001

2.5 Caractéristique de séparateur 71V-1001

D'après la fiche technique, nous avons pu identifier les caractéristiques suivantes du séparateur (voir le tableau 2.1)[8] :

Tableau 2.1 : Caractéristiques du séparateur de test 71V-1001

Type	Horizontal
Marque	Shanghai Sunny Petroleum Equipment
Référence	Séparateur de test P/N :SR19070067
Année de construction	2020
Fluide transporté	Gaz, Huile et Eau
Pression de conception	92 Bar
Pression de Test	138 Bar
Pression de travail	46 à 53 Bar
Température de conception	-29 à 110 °C
Température de travail	0 à 63 °C
Matériaux utilisés	acier au carbone SA 516 Gr. 70
Volume interne	10.8 m ³
Taille	1800x3600 mm
Poids	24500 kg
Taille de châssis	8200x2800x3950 mm (LxWxH)

2.6 Système d'instrumentation de séparateur 71V-1001

2.6.1 Définition de l'Instrument de Mesure

Un instrument de mesure, également appelé capteur, est un dispositif qui intègre différents éléments électroniques et mécaniques. Lorsqu'ils sont combinés, ces éléments permettent de convertir une grandeur physique, basée sur des phénomènes tels que l'effet piézoélectrique, les champs magnétiques, les vibrations ou les ondes mécaniques, en une grandeur électrique exploitable sous forme de signal analogique (courant ou tension), logique (TOR) ou numérique [9]. La figure 2.4 illustre la chaîne de mesure d'une grandeur :

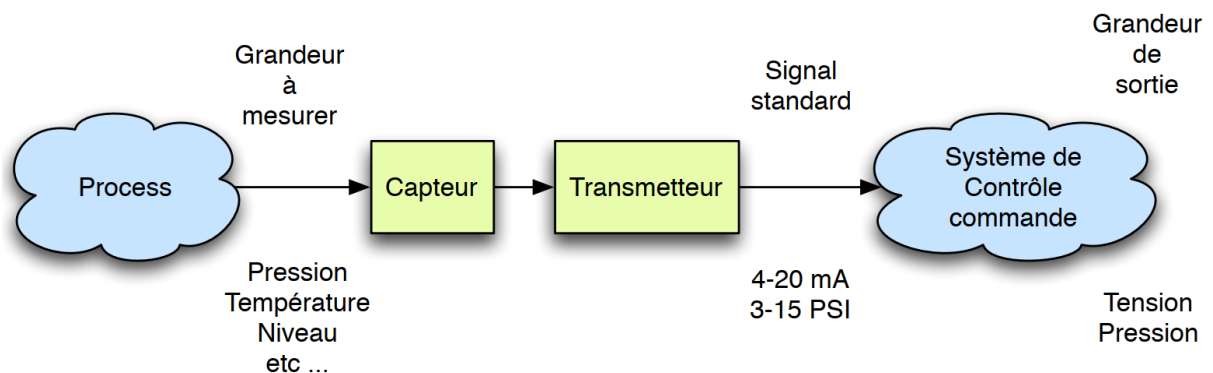


Figure 2.4 : Schéma de la chaîne de mesure

Afin de mettre en place une solution d'automatisation, nous utiliserons des appareils de mesure pour recueillir des données essentielles sur le processus. Cela comprend des mesures telles que la pression, le niveau, le débit et la température. Une fois ces mesures collectées, elles seront transmises à l'automate pour être traitées, et un signal de commande sera ensuite envoyé aux actionneurs.

2.6.2 Capteurs

Un capteur est un dispositif qui détecte ou mesure une propriété physique telle que la chaleur, la lumière, le son, le mouvement, la pression, le magnétisme, ou d'autres stimuli, et qui transmet un signal en conséquence. Ce signal peut être utilisé pour des mesures ou pour déclencher des actions dans un système de contrôle. Les capteurs sont largement utilisés dans divers domaines pour la surveillance et le contrôle des systèmes physiques.[10]

2.6.3 Certification des équipements dans l'industrie pétrolière et gazière

Dans l'industrie pétrolière et gazière, la certification des équipements est cruciale pour assurer la sécurité et la fiabilité des opérations. Les équipements utilisés doivent se conformer à des normes strictes de sécurité et de performance, souvent régies par des réglementations nationales et internationales. Ces normes exigent l'utilisation de matériaux capables de résister à des conditions extrêmes, telles que des températures élevées, des pressions intenses et une exposition à des substances corrosives. De plus, les équipements doivent respecter des normes

spécifiques concernant les atmosphères explosives pour prévenir tout risque d'explosion. Les certificats d'équipement attestent que les équipements ont subi des tests rigoureux et répondent aux exigences de sécurité, de durabilité et de performance. Ces certifications sont indispensables pour garantir la conformité réglementaire, prévenir les accidents, et protéger les travailleurs, les installations et l'environnement.

Certification ATEX

La certification ATEX (Atmosphères Explosibles) est une norme de sécurité vitale pour les équipements utilisés dans des environnements potentiellement explosifs, tels que l'industrie pétrolière et gazière. Elle garantit que les équipements sont conçus et fabriqués conformément à des normes de sécurité strictes pour prévenir les explosions. Les équipements certifiés ATEX sont soumis à des tests rigoureux pour assurer qu'ils ne peuvent pas déclencher une explosion, même en cas de défaut. Cette certification est essentielle pour protéger les travailleurs, les installations et l'environnement contre les risques d'explosion dans ces environnements dangereux. [11]

2.6.4 Récapitulatif des équipements

Le séparateur de test contient au total 16 instruments de mesure, 6 détecteurs d'état de la vanne et 6 actionneurs (voire Annexe A). Le bilan total et les détails sont dans le tableau 2.2.

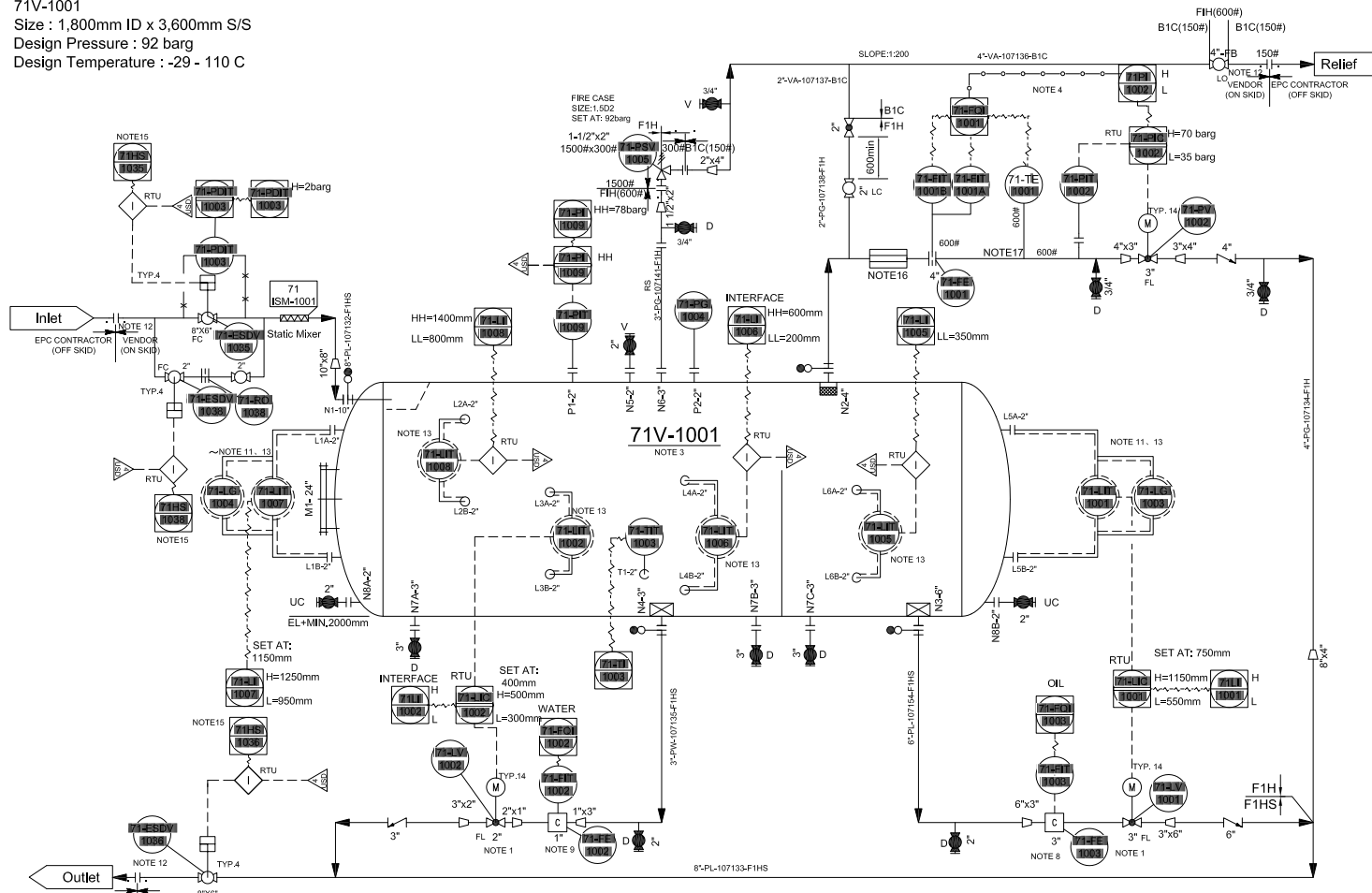
Tableau 2.2 : Récapitulatif des équipements

Capteur			
Élément	Nombre	Type	Signal
Transmetteur de Niveau	6	Analogique	4-20 mA
Transmetteur de Pression	3		
Transmetteur de Température	2		
Transmetteur de Débit	3		
jauge de niveau	2	/	/
Indicateur de la vanne	6	TOR	24VDC
Actionneur			
Vanne Régulatrice	3	Analogique	4-20 mA
Vanne d'arrêt d'urgence	3	TOR	24VDC

2.7 Schéma P&ID

Le schéma P&ID est essentiel pour comprendre et analyser le système de séparateur de test de ce projet. Il détaille les interconnexions entre les équipements et les instruments, facilitant la maintenance et assurant la sécurité opérationnelle. Le diagramme ci-dessous illustre les principales composantes et flux de processus.

71V-1001
 Size : 1,800mm ID x 3,600mm S/S
 Design Pressure : 92 barg
 Design Temperature : -29 - 110 C



Design Code:	API Spec 12J ASME BPVC Sec VIII Div1 ASME E31.3
Work Press:	46-53barg
Work Temp:	0-+63 C
Flowrate_gas:	6.5mmscfd
Flowrate_oil:	5000bpd
Flowrate_water:	1494bpd
Oil In Water outlet:	<1%(vol)
Water In Oil outlet:	<10%(vol)
Liquid In Gas outlet:	<0.013ppm
Size:	1,800mmID x 3,600mmS/S
Design Press:	92barg@110 C
MDMT:	-29 C
Internal Coating:	Glass Flake Epoxy + Cathodic Protection (Anode)
External Coating:	PTTEP standard
Hazardous Area Classification:	ATEX certified Zone2 or safe for LCP ATEX certified Zone1 for JBS

- NOTES:
1. AT GRADE.
 2. MOBILE TEST SEPARATOR IS MOUNTED ON SKID, AND EQUIPPED WITH ITS MONITOR, CONTROL AND SHUTDOWN INSTRUMENT SYSTEM.
 3. MOBILE TEST SEPARATOR DESIGN CAPACITY IS 6.5MMSCFD GAS, 5000 BPD OIL AND 1494 BPD WATER AT STANDARD CONDITIONS.
 4. PRESSURE AND TEMPERATURE COMPENSATION.
 5. DELETED.
 6. DELETED.
 7. DELETED.
 8. 71FT-1003 SHALL BE LOCATED LOWER FROM THE BOTTOM TANGENTIAL LINE OF 71V-1001 TO TOP OF PIPE.
 9. 71FT-1002 SHALL BE LOCATED LOWER THAN THE BOTTOM TANGENTIAL LINE OF 71V-1001 TO TOP OF PIPE.
 10. DELETED.
 11. MAGNETIC TYPE LEVEL GAUGE
 12. TEMPORARY SPOOLS TO BE INSTALLED FOR CONNECTING FROM TO MOBILE TEST SEPARATOR. BLIND FLANGES TO BE PROVIDED FOR ALL DISCONNECTED POINTS.
 13. ELECTRICAL HEAT TRACING SHALL BE INSTALLED ON BRIDLE AND LIT.
 14. FUSIBLE LINE FROM HYDRAULIC CONTROL PANEL WILL INSTALL AT SITE FOR FIRE PROTECTION AND SUPPLY MATERIAL BY OTHER.
 15. SOFT SWITCH AT HMI (LCP)
 16. STRAIGHT RUN REQUIREMENT ARE 100 UPSTREAM OF FLOWMETER AND 50 DOWNSTREAM OF FLOWMETER
 17. TEMPERATURE ELEMENT (RTD)

B3	2021.8.31	Designed as per Client's requirement	Ch.H				
B2	2021.8.4	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A11	2020.5.7	Designed as per Client's requirement	Ch.H
B1	2020.10.23	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A10	2020.4.15	Designed as per Client's requirement	Ch.H
A22	2020.10.8	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A9	2020.4.3	Designed as per Client's requirement	Ch.H
A21	2020.9.15	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A8	2020.4.2	Designed as per Client's requirement	Ch.H
A20	2020.9.10	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A7	2020.4.1	Designed as per Client's requirement	Ch.H
A19	2020.8.20	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A6	2020.3.12	Designed as per Client's requirement	Ch.H
A18	2020.8.16	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A5	2020.2.14	Designed as per Client's requirement	Ch.H
A17	2020.8.04	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A4	2020.1.17	Designed as per Client's requirement	Ch.H
A16	2020.7.31	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A3	2020.1.2	Designed as per Client's requirement (Email of 2019.11.27)	Ch.H
A15	2020.7.16	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A2	2019.12.3	Designed as per Client's requirement (Email of 2019.11.27)	Ch.H
A14	2020.7.01	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A1	2019.10.18	Designed as per Client's requirement (Email of 2019.10.16)	Ch.H
A13	2020.6.28	Designed as per Client's requirement	Ch.H	A	2018.2.5	Designed as per Client's requirement	Ch.H
A12	2020.5.16	Designed as per Client's requirement	Ch.H	REV	DATE	INFORMATION	DRWN APPR

DES.	Ch.H	2018.2.5	STD.			Test Separator-A	P&I Diagram		
CHK.	Ab.A	2018.2.7					Revision	Weight	Scale
REV.			APP.	I.J	2018.2.10		B3	N/A	NTS
ENTRAC International S.A.						HBR-01-TSP-PRO-PID-0001	Total	1	Page 1

This drawing may contain confidential, proprietary information and shall not be copied, reproduced, used, transferred to other documents or disclosed to others for any purpose unless specifically authorized in writing by Sunry Petroleum Equipment CO., LTD.

2.8 Description du processus du séparateur 71V-1001

2.8.1 Contrôle du Niveau d’Huile

Le niveau d’huile est contrôlé avec 71LIC-1001, qui génère des alarmes haute (71LAH-1001) et basse (71LAL-1001) pour maintenir le niveau d’huile à **750 mm** en utilisant une régulation de type PI avec la vanne de régulation de niveau 71LV-1001 et le transmetteur de niveau 71LIT-1001.

L’alarme 71LAL-1001 est déclenchée en cas de niveau minimal atteignant **550 mm**, tandis que l’alarme 71LAH-1001 est déclenchée en cas de niveau maximal atteignant **1150 mm**.

Comme illustré dans la Figure 2.5, le régulateur PI agit pour maintenir le niveau d’huile souhaité en ajustant la vanne de régulation.[12]

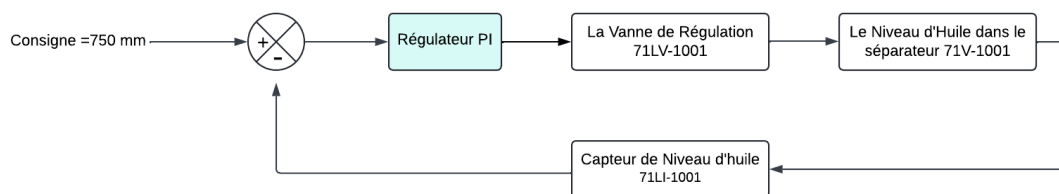


Figure 2.5 : Schéma de la régulation du niveau d’huile avec 71LIC-1001

2.8.2 Contrôle du Niveau d’Eau

Le niveau d’eau est contrôlé avec 71LIC-1002, qui génère des alarmes haute (71LAH-1002) et basse (71LAL-1002) pour maintenir le niveau d’eau à **400 mm** en utilisant une régulation de type PI avec la vanne de régulation de niveau 71LV-1002 et le transmetteur de niveau 71LIT-1002.

L’alarme 71LAL-1001 est déclenchée en cas de niveau minimal atteignant **300 mm**, tandis que l’alarme 71LAH-1001 est déclenchée en cas de niveau maximal atteignant **500 mm**.

Comme illustré dans la Figure 2.6, le régulateur PI ajuste la vanne de régulation pour maintenir le niveau d’huile souhaité.[12]

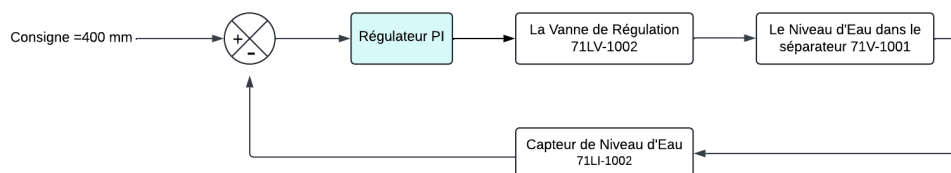


Figure 2.6 : Schéma de la régulation du niveau d’Eau avec 71LIC-1002

2.8.3 Contrôle du Pression de Gaz

Le gaz dans le séparateur de test sera envoyé dans la conduite de gaz avant d’être connecté à la conduite de sortie commune. Sa pression de fonctionnement sera contrôlée par une vanne de régulation de pression 71PV-1002 avec le contrôleur 71PIC-1002 qui génère des alarmes haute et basse. Respectivement 71PAH-1002 et 71PAL-1002.

Le point de consigne de 71PIC-1002 peut être défini sur l'IHM (local) et sur le HBR CCR (à distance : centre de contrôle) par l'opérateur.

L'alarme 71PAL-1002 est déclenchée lorsque la Pression minimale atteint **35 bars**, tandis que l'alarme 71PAL-1002 est déclenchée lorsque la Pression maximale atteint **70 bars**. [12]

Comme illustré dans la Figure 2.7, le régulateur PI ajuste la vanne de régulation pour maintenir la pression de gaz souhaité.

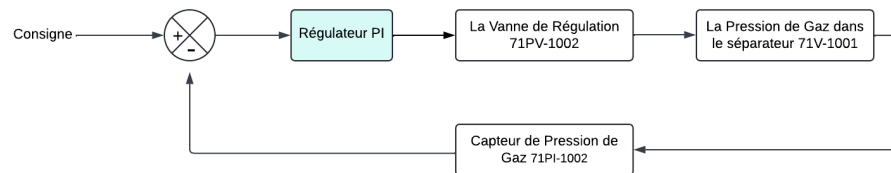


Figure 2.7 : Schéma de la régulation de pression de gaz avec 71PIC-1002

2.8.4 Gestion du Système d'Arrêt d'Urgence (ESD)

Le séparateur de test est protégé par la vanne ESD d'entrée 71ESDV-1035, la vanne ESD de pressurisation d'entrée 71ESDV-1038, et la vanne ESD de ligne de sortie commune 71ESDV-1036. Le séparateur de test est également protégé par des signaux de sécurité (HS) qui proviennent du DCS Honeywell. En effet, le séparateur de test ne peut pas détecter les alarmes des autres sous-systèmes, tels que le collecteur de test (test manifold) et le collecteur de production (production manifold). Par conséquent, ces signaux HS permettent de garantir la sécurité du système en avertissant le séparateur en cas de conditions dangereuses. En retour, le séparateur de test envoie également des signaux (XS) au DCS Honeywell pour protéger les autres sous-systèmes et assurer une coordination efficace entre eux. [12]

1. **Contrôle de Pression d'entrée :** Au démarrage, si la pression de 71PDIT-1003 est supérieure à 2 bar, alors la vanne 71ESDV-1035 sera fermée et la vanne 71ESDV-1038 sera ouverte. En revanche, si la pression de 71PDIT-1003 est inférieure à 2 bars, la vanne 71ESDV-1035 sera ouverte et la vanne 71ESDV-1038 sera fermée. [12] (voir l'Organigramme 2.8)

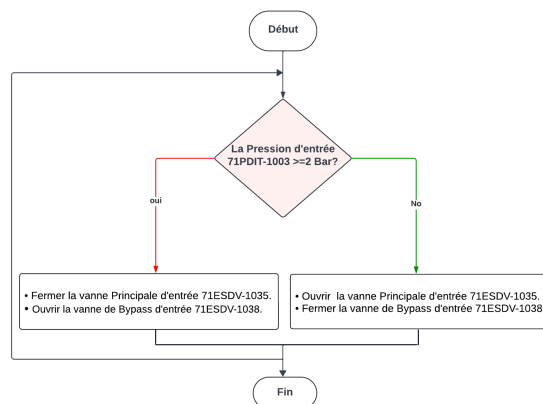


Figure 2.8 : Organigramme de Gestion de la pression d'entrée

2. **Gestion des Alarmes de Niveau Haut :** Lorsque le 71LIAHH-1008 ou le 71LIAHH-1006 déclenche une alarme de niveau haut (71LIT-1008 \geq 1,4 m, 71LIT-1006 \geq 0,6 m), fermez

les vannes 71ESDV-1035 et 71ESDV-1038. Ouvrez ensuite la vanne du collecteur de production d'un puits en test (71XS-7341), puis fermez toutes les vannes du collecteur de test (71XS-7342), la vanne principale (71XS-7343) et la vanne d'ailes (71XS-7344). Enfin, arrêtez le système d'injection de démulsiifiant (71XS-7345). De plus, les alarmes 71XA-1020 et 71XA-1021 doivent être envoyées au DCS Honeywell, et l'alarme correspondante 71LIAHH-1008 ou 71LIAHH-1006 doit apparaître sur le HMI .[12](voir l'Organigramme 2.9)

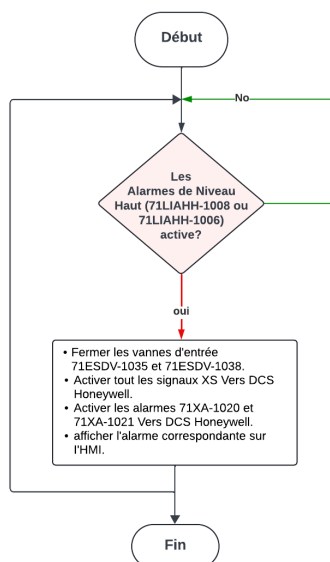


Figure 2.9 : Organigramme de Gestion des Alarmes de Niveau Haut

3. Gestion des Alarmes de Niveau Bas : Lorsque 71LIALL-1008, 71LIALL-1006 ou 71LIALL-1005 déclenche une alarme de niveau bas ($71LIT-1008 \leq 0,8$ m, $71LIT-1006 \leq 0,2$ m ou $71LIT-1005 \leq 0,35$ m), la vanne 71ESDV-1036 se fermera automatiquement. De plus, les alarmes 71XA-1020 et 71XA-1021 doivent être envoyées au DCS Honeywell, et l'alarme correspondante (71LIALL-1008, 71LIALL-1006 ou 71LIALL-1005) doit apparaître sur le HMI.(voir l'Organigramme 2.10)

Une fois que les alarmes de niveau bas ont disparu, la vanne 71ESDV-1036 sera réinitialisée pour s'ouvrir.[12]

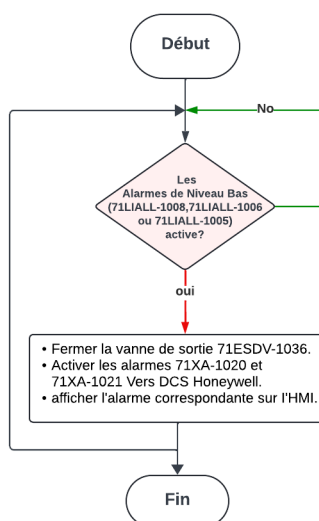


Figure 2.10 : Organigramme de Gestion des Alarmes de Niveau Bas

4. **Gestion des Alarmes de Pression Élevée :** Lorsque 71PIAHH-1009 déclenche une alarme de Pression haut (71PIT-1009 \geq 78 Bars), fermez tous les ESDV, Ouvrez la vanne du collecteur de production d'un puits en test (71XS-7341), puis fermez toutes les vannes du collecteur de test (71XS-7342), la vanne principale (71XS-7343), et la vanne d'ailes (71XS-7344). Enfin, arrêtez le système d'injection de démulsiifiant (71XS-7345), Les alarmes 71XA-1020 et 71XA-1021 doivent être envoyées au DCS Honeywell, et l'alarme 71PIAHH-1009 doit apparaître sur le HMI.[12](voir l'Organigramme 2.11)

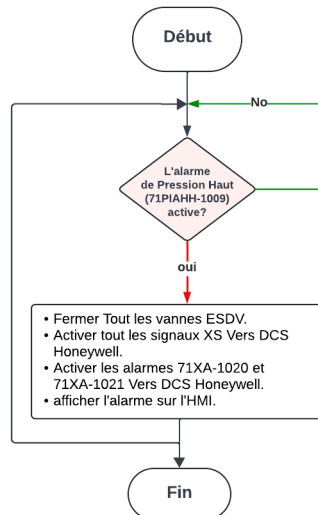


Figure 2.11 : Organigramme de Gestion des Alarmes de Pression Élevée

5. **Arrêt d'urgence S0:** Lorsque le bouton d'arrêt d'urgence S0 est activé, les vannes ESDV doivent être fermées. Ensuite, la vanne du collecteur de production du puits en test (71XS-7341) doit être ouverte, tandis que toutes les vannes du collecteur de test (71XS-7342), la vanne principale (71XS-7343) et la vanne d'ailettes (71XS-7344) doivent être fermées. Enfin, le système d'injection de démulsiifiant (71XS-7345) doit être arrêté. De plus, les alarmes 71XA-1020 et 71XA-1021 doivent être envoyées au DCS Honeywell, et l'alarme d'arrêt d'urgence doit apparaître sur le HMI.(voir l'Organigramme 2.12)

L'arrêt d'urgence du séparateur effectuée par l'opérateur en cas de situation critique dans le Système de Contrôle Local (LCP).[12]

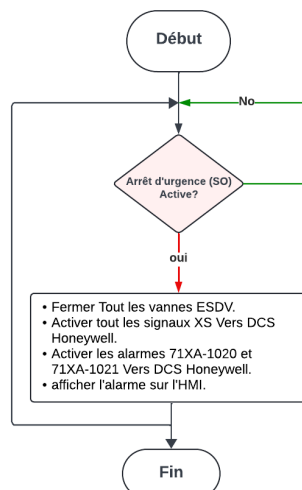


Figure 2.12 : Organigramme de Gestion de l'Arrêt d'Urgence (S0)

6. **Arrêt d'Urgence dans le DCS Honeywell** : Lorsque le bouton-poussoir manuel situé dans le CCR (72HS-7342) est activé, les vannes ESDV doivent être fermées. Ensuite, la vanne du collecteur de production du puits en test (71XS-7341) doit être ouverte, tandis que toutes les vannes du collecteur de test (71XS-7342), la vanne principale (71XS-7343) et la vanne d'ailettes (71XS-7344) doivent être fermées. Enfin, le système d'injection de démulsiifiant (71XS-7345) doit être arrêté. De plus, les alarmes 71XA-1020 et 71XA-1021 doivent être envoyées au DCS Honeywell, et l'alarme de 72HS-7342 doit apparaître sur le HMI.[12](voir l'Organigramme 2.13)

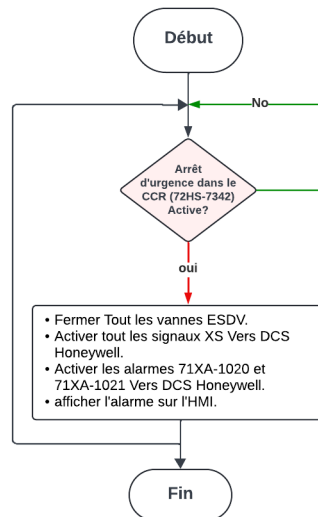


Figure 2.13 : Organigramme de Gestion d'Arrêt d'Urgence dans le DCS Honeywell

7. **Intervention Externe via DCS Honeywell** : Lorsque le signal 71HS-7335 (commande PSD externe niveau 3 depuis RTU) est activé, fermez tous les ESDV. Ouvrez ensuite la vanne du collecteur de production d'un puits en test (71XS-7341), puis fermez toutes les vannes du collecteur de test (71XS-7342), la vanne principale (71XS-7343) et la vanne d'ailes (71XS-7344). Enfin, arrêtez le système d'injection de démulsiifiant (71XS-7345). Les alarmes 71XA-1020 et 71XA-1021 doivent être envoyées au DCS Honeywell, et l'alarme du signal 72XS-7335 doit apparaître sur le HMI.[12](voir l'Organigramme 2.13)

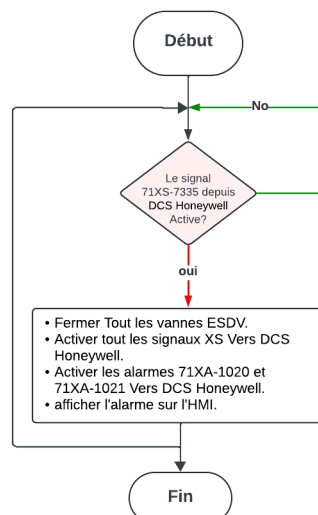


Figure 2.14 : Organigramme montrant l'Intervention Externe via DCS Honeywell

2.9 Matrice cause à effet

La matrice cause à effet est un outil essentiel pour identifier et analyser les causes potentielles d'arrêt d'urgence ainsi que leurs effets sur le séparateur 71V-1001. Le tableau 2.3 illustre ces causes et leurs impacts, garantissant ainsi la sécurité et le bon fonctionnement du système.

Tableau 2.3 : matrice cause à effet [13]

TEST SEPARATOR (71V-1001)		EFFECTS													
		DESCRIPTION	71XA-1020	71XA-1021		B1		71ESDV-1036	71ESDV-1035	71ESDV-1038	71XS-7341	71XS-7342	71XS-7345	71XS-7343	71XS-7344
CAUSE		TAG	TEST SEPARATOR 71V-1001 COMMON ALARM TO RTU	TEST SEPARATOR 71V-1001 UNIT ALARM TO RTU	ALARM TO HMI UCP (TEST SEPARATOR 71V-1001)	BUZZER ALARM AT UCP (TEST SEPARATOR 71V-1001)	RESET - LEVEL 4 - GSI MOBILE TEST SEPARATOR USD	CLOSE TEST SEPARATOR 71V-1001 OUTLET VALVE	CLOSE TEST SEPARATOR 71V-1001 INLET VALVE	CLOSED TEST SEPARATOR 71V-1001 PRESSURIZATION VALVE	OPEN VALVE AT PRODUCTION MANIFOLD OF A WELL ON TEST	CLOSE ALL VALVES TO TEST MANIFOLD	SHUTDOWN DEMULSIFIER INJECTION SYSTEM	CLOSE MASTER VALVE OF THE WELLHEAD UNDER TESTING	CLOSE WING VALVE OF THE WELLHEAD UNDER TESTING
DESCRIPTION	TAG														
MANUAL PUSH BUTTON AT HBR CCR	71HS-7342		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
MOBILE TEST SEPARATOR - RESET AT HBR CCR	71HS-7343						x								
INTERTRIP - EXTERNAL PSD COMMAND	71HS-7335		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
MANUAL PUSH BUTTON (S0) AT UCP			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
MANUAL RESET SWITCH PUSH BUTTON (S5) AT UCP							x								
SOFTWARE SWITCH AT HMI (UCP)	71HS-1035							x							
SOFTWARE SWITCH AT HMI (UCP)	71HS-1036							x							
SOFTWARE SWITCH AT HMI (UCP)	71HS-1038								x						
OIL LEVEL LOW-LOW (UPSTREAM OF WEIR)	71LIT-1008		x	x	x	x		x							
OIL LEVEL LOW-LOW (DOWNSTREAM OF WEIR)	71LIT-1005		x	x	x	x		x							
OIL-WATER INTERFACE LEVEL LOW-LOW	71LIT-1006		x	x	x	x		x							
OIL LEVEL HIGH-HIGH	71LIT-1008		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
OIL-WATER INTERFACE LEVEL HIGH-HIGH	71LIT-1006		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
TEST SEPARATOR PRESSURE HIGH HIGH	71PIT-1009		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x

2.10 Le fonctionnement du LCP

2.10.1 Fonctions des LED et des boutons du LCP

Définition de Système de Contrôle Local (LCP)

Un Système de Contrôle Local est un panneau ou une station de commande autonome situé à proximité des équipements qu'il contrôle. Il permet une surveillance et une gestion directe des processus industriels ou des machines sans nécessiter d'interaction avec un système de contrôle centralisé. Le LCP comprend généralement des interfaces utilisateur telles que des boutons, des interrupteurs, des voyants lumineux, des écrans tactiles et des affichages numériques.

- **S0** est le bouton d'arrêt d'urgence. En cas de défaillance ou d'alarme du système, appuyez dessus pour arrêter le système LCP.
- **S1** est le bouton pour démarrer le système LCP en mode automatique.
- **S2** est le bouton pour arrêter le système LCP en mode automatique.
- **S3** est un interrupteur, qui permet de basculer entre le mode distance (Remote) et le mode locale du système LCP.
- **S5** est le bouton de réinitialisation. Après avoir résolu les problèmes, appuyez dessus pour redémarrer le système LCP.
- **F1** est l'interrupteur principal d'alimentation, utilisé pour contrôler l'alimentation du circuit principal de l'équipement.
- **F08** est l'alimentation pour système de traçage thermique.
- **F09** interrupteur de réserve.
- **L1** montre l'état de l'alimentation. Quand il devient vert, cela signifie que l'alimentation est normale.
- **H1 et H2** sont les voyants d'alarme. Quand **H1** devient rouge, cela signifie que la pression est trop élevée. Quand **H2** devient rouge, cela signifie que le niveau de liquide est trop élevé.
- **H3** montre l'état de l'ESDV sur la ligne d'entrée.
- **H4** montre l'état de l'ESDV de sortie.[8]

2.10.2 Fonctionnement en état automatique

- Assurez-vous que tous les circuits sont connectés normalement, qu'il n'y a pas de court-circuit ni de circuit ouvert, et que tous les composants peuvent fonctionner normalement sans erreur.
- Basculez tous les interrupteurs à air du LCP sur l'état "ON", puis fermez la porte du LCP.
- Ouvrez l'interrupteur principal d'alimentation F1. Lorsque L1 devient vert, basculez S3 en mode automatique. Le système LCP entrera en mode automatique.
- Appuyez sur S1 pour démarrer le système. Si le système ne démarre pas, veuillez vérifier l'HMI et déterminez clairement quelle alarme arrête le système.
- Basculez S3 en mode manuel et déclenchez manuellement l'alarme. Lorsque l'alarme ESD disparaît, basculez S3 en mode automatique et appuyez sur S5 pour redémarrer le système LCP.[8]

2.10.3 Fonctionnement en mode manuel

- Le mode manuel consiste à éliminer manuellement les défauts et les alarmes.
- Lorsque le système est en alarme et ne peut pas fonctionner, veuillez basculer S3 en mode manuel.
- Dans ce mode, veuillez cliquer sur l'icône de la vanne ESD sur l'HMI pour ouvrir ou fermer la vanne.
- Cliquez sur l'icône de la vanne proportionnelle sur l'HMI pour contrôler l'ouverture de la vanne de régulation PV/LV.
- Après que l'alarme ait été levée, basculez le S3 en mode automatique et appuyez sur le S5 pour redémarrer le système, qui fonctionnera en mode automatique.[8]

2.11 Communication MODBUS

2.11.1 Introduction au protocole Modbus

Modbus RTU (Remote Terminal Unit, unité terminale distante) est un protocole de communication de réseau standard qui utilise le connecteur RS232 ou RS422/485 pour la transmission des données série entre les appareils Modbus du réseau.

Modbus RTU utilise un réseau maître/esclave où toutes les communications sont déclenchées par un maître unique et où les esclaves peuvent uniquement répondre à une demande du maître. Le maître envoie une demande à une adresse d'esclave et seul cet esclave avec cette adresse d'esclave répond à la commande. Cas particulier : l'adresse d'esclave Modbus 0 diffuse un télégramme à tous les esclaves (sans réponse de ces derniers).

Une CPU fonctionnant en tant que maître Modbus RTU peut lire/écrire à la fois des données et des états d'E/S dans un esclave Modbus RTU éloigné relié par le biais d'une liaison de communication.

Une CPU fonctionnant en tant qu'esclave Modbus RTU permet à un maître Modbus RTU éloigné de lire/écrire à la fois des données et des états d'E/S dans sa propre CPU par le biais d'une liaison de communication.[14]

2.11.2 Utilisation du Protocole Modbus dans le Séparateur de Test

Dans notre projet, nous avons utilisé le protocole Modbus pour assurer une communication fiable entre le DCS Honeywell et le CPU ET200, ainsi qu'entre ce CPU et trois débitmètres.

Comme illustré à la figure 2.15, le DCS Honeywell, configuré comme maître, interroge l'ET200 CPU pour collecter toutes les données du séparateur. L'ET200 CPU, jouant un double rôle d'esclave pour le DCS Honeywell et de maître pour les débitmètres, récupère les informations cruciales telles que les volumes et les débits de gaz, de pétrole et d'eau, et les transmet

ensuite au CCR pour une analyse en temps réel. Ces données sont également utilisées pour calculer le rendement des puits afin d'évaluer leur productivité et publier les résultats dans le Cloud Mindsphere, ce qui permet une supervision à distance et une optimisation des performances [12].

Le choix du Modbus s'explique par plusieurs raisons. Tout d'abord, sa simplicité de mise en œuvre permet une intégration rapide et efficace avec divers équipements industriels. Ensuite, sa robustesse assure une communication fiable même dans des environnements difficiles. Enfin, sa large adoption dans l'industrie garantit une compatibilité avec de nombreux dispositifs et systèmes existants, facilitant ainsi l'intégration.

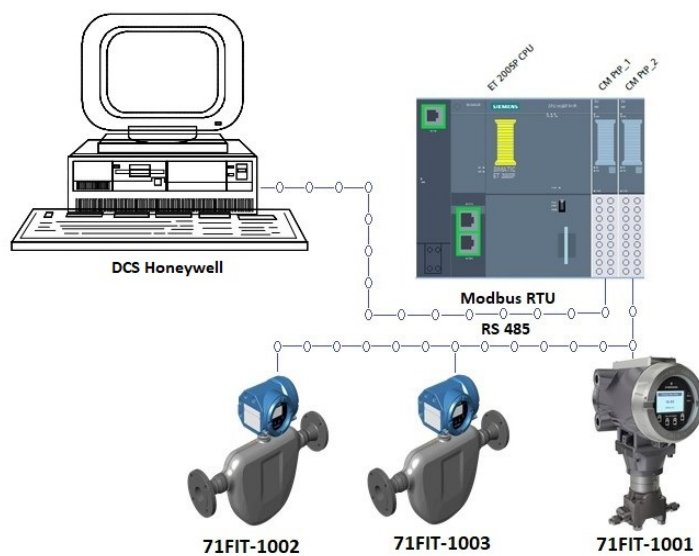


Figure 2.15 : Architecture de communication Modbus RTU entre le DCS Honeywell et les débitmètres via le CPU ET200SP

2.12 Conclusion

Le séparateur de test 71V-1001 est un élément indispensable dans l'industrie pétrolière et gazière, contribuant de manière significative à l'évaluation et à l'optimisation des puits. Leurs caractéristiques techniques avancées, combinées à un système d'instrumentation précis et fiable, permettent une gestion efficace des fluides extraits. En fournissant des données critiques sur les performances des puits, le 71V-1001 joue un rôle vital dans la prise de décisions opérationnelles, assurant ainsi une extraction plus efficace et économique des ressources naturelles.

Le prochain chapitre a pour objectif de proposer une automatisation et une supervision du séparateur de test triphasique 71V-1001

Chapitre 3

Automatisation, supervision de séparateur de Test triphasique 71V-1001

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous explorons l'automatisation de la supervision d'un séparateur de test triphasique. Ce dispositif est utilisable dans les industries pétrolières et gazières, permettant la séparation et la mesure précise des flux de pétrole, d'eau et de gaz. Nous allons détailler les caractéristiques techniques et les fonctionnalités des composants principaux utilisés, tels que la CPU ET200SP de Siemens et les différents modules de sécurité. Nous verrons également comment ces éléments sont intégrés et programmés dans l'environnement TIA Portal pour assurer une automatisation efficace et sécurisée du système. Enfin, nous examinerons l'interface homme-machine (IHM) développée pour la supervision et le contrôle du séparateur, offrant une interaction fluide et intuitive pour les opérateurs.

3.2 Automatisation de Séparateur de Test Triphasique avec ET200SP CPU et TIA Portal

3.2.1 ET200SP CPU

1. **La CPU :** La CPU, ou unité centrale de traitement, est le cerveau d'un automate programmable. Elle réceptionne et traite les données d'entrée et détermine l'état des données de sortie en exécutant un programme prédéfini. En d'autres termes, elle contrôle toutes les informations nécessaires au fonctionnement du système automatisé. [15]
2. **Définition de l'automate ET200SP CPU 1512SP F-1 PN :** La CPU 1512SP F-1 PN de la gamme ET 200SP de Siemens est une unité centrale de traitement (CPU) conçue pour les systèmes d'automatisation industrielle. Elle dispose de 300 Ko de mémoire de travail pour le programme et de 1 Mo pour les données. Elle intègre une interface PROFINET IRT avec un commutateur à 3 ports permettant des temps de cycle allant jusqu'à 31,25 μ s pour l'échange de données en temps réel. [16]
3. **Rôle dans le contrôle des processus et la sécurité :** La CPU 1512SP F-1 PN est spécialement conçue pour les applications de sécurité (Fail-Safe) en plus du contrôle standard des processus. Elle intègre des fonctionnalités de sécurité avancées qui permettent de gérer des processus critiques avec une haute fiabilité, garantissant ainsi la sécurité des opérations et des opérateurs. Sa capacité à combiner le contrôle de processus et sécurité en fait un choix idéal pour les industries où la sécurité est une priorité, offrant à la fois performance, fiabilité et protection.

La Figure 3.1 montre une vue de l'automate ET200SP CPU 1512SP F-1 PN.



Figure 3.1 : Vue du module ET200SP CPU 1512SP F-1PN [16]

3.2.2 Introduction à TIA Portal

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) est une plateforme logicielle développée par Siemens pour la programmation et la configuration des systèmes d'automatisation industrielle. Elle permet l'intégration et la gestion de différents composants tels que les automates, les interfaces homme-machine (HMI) et les systèmes de sécurité. TIA Portal offre une interface utilisateur intuitive et des outils puissants pour le développement, la mise en service et la maintenance des systèmes automatisés. [17]

3.2.3 Concepts de Base en TIA Portal

La Figure 3.2 illustre la structure typique et l'interaction des blocs de programmation dans un automate, soulignant leurs rôles et leurs connexions.

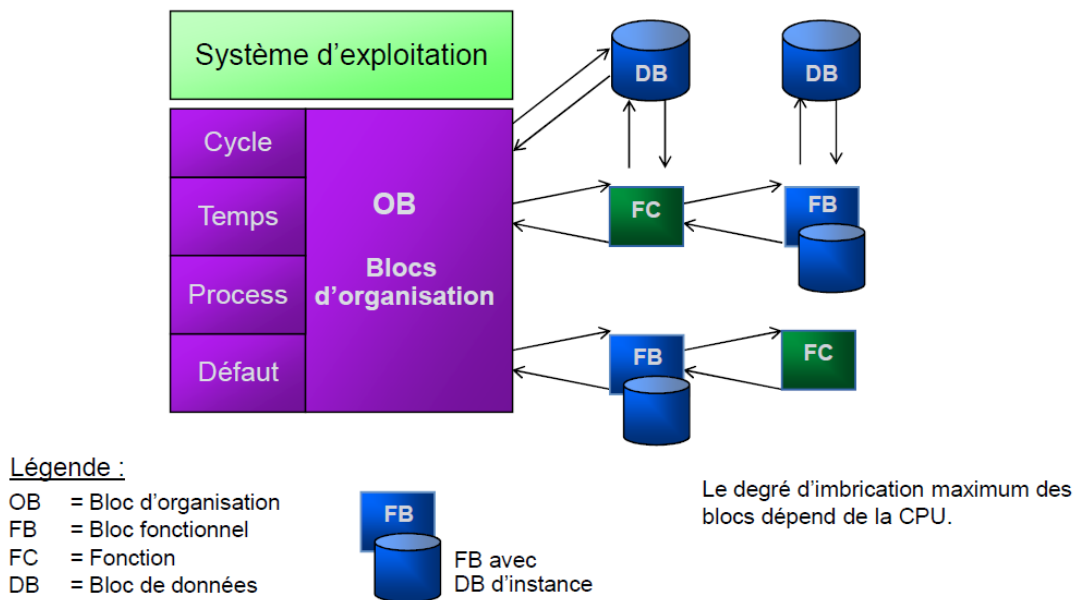


Figure 3.2 : Structure typique des blocs de programmation OB, FB, FC

1. **Blocs** : L'automate met à disposition différents types de blocs dans lesquels il est possible d'enregistrer le programme utilisateur et les données correspondantes. Selon les exigences du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs.
 - **Blocs d'organisation (OB)** : Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Le programme peut être consigné dans d'OBI appelé cycliquement par le système d'exploitation (programme linéaire) ou réparti sur plusieurs blocs (programme structuré).[18]
 - **Fonction (FC)** : Une fonction contient une partie de la fonctionnalité du programme. Il est possible de programmer des fonctions paramétrables de manière à pouvoir transmettre des paramètres lors de l'appel de la fonction. Les fonctions conviennent donc également à la programmation de fonctions complexes utilisées plusieurs fois, par exemple des calculs.[18]

- **Bloc fonctionnel (FB) :** Les blocs fonctionnels offrent les mêmes possibilités que les fonctions sur le plan de la programmation, mais disposent en outre de leur propre zone de données sous la forme des blocs de données d'instance. Les blocs fonctionnels conviennent donc à la programmation de fonctions complexes utilisées plusieurs fois, par exemple des tâches de régulation.[18]
- **Blocs de données (DB) :** Les blocs de données (DB) sont des zones de données du programme utilisateur dans lesquelles les données utilisateur sont gérées de manière structurée.[18]

2. Blocs d'Organisation Utilisés pour Programmer le Séparateur :

- **OB1 :**L'OB1 est le bloc d'organisation principal dans un programme ET200SP CPU. Il est appelé cycliquement par le système d'exploitation de l'automate programmable. Ce bloc peut contenir l'intégralité du programme utilisateur, ou servir de point d'entrée pour appeler d'autres blocs de programme structuré. L'OB1 est essentiel car il assure l'exécution continue et répétée des instructions qu'il contient, ce qui est crucial pour le fonctionnement en temps réel des systèmes d'automatisation industrielle.[18]
- **OB Cyclique (OB30) :**Un OB cyclique, tel que l'OB30, est un autre type de bloc d'organisation. Ces blocs sont appelés à intervalles réguliers, définis par un temporisateur, par le système d'exploitation de l'automate. L'utilisation d'OB cycliques permet d'exécuter des tâches à des intervalles de temps précis, indépendamment de l'exécution cyclique de l'OB1. Cela est particulièrement utile pour les tâches qui doivent être effectuées périodiquement avec une précision temporelle, comme le contrôle de boucles de régulation, la surveillance des états de capteurs, ou le déclenchement d'actions répétitives à des moments précis.[18]

La figure 3.3 illustre les différents types de blocs utilisés dans le projet d'automatisation du séparateur de test triphasique avec ET200SP CPU.

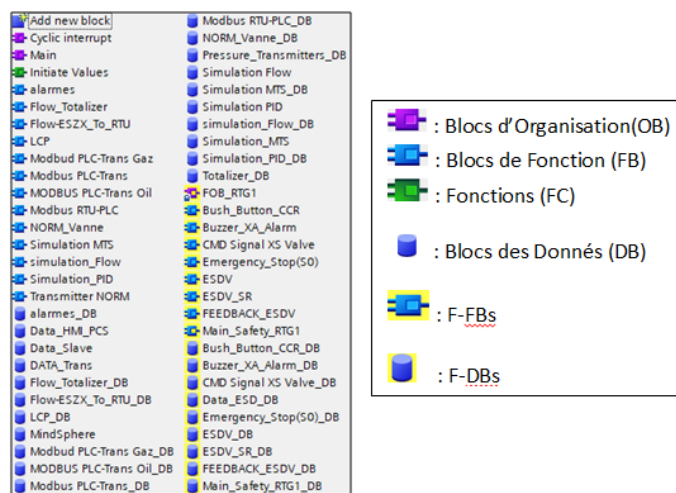


Figure 3.3 : Illustration des Types de Blocs Utilisés dans le Projet

3.2.4 Création d'un Projet dans TIA Portal

1. Création du projet dans TIA PORTAL :

La figure 3.4 montre la création du projet dans TIA Portal.

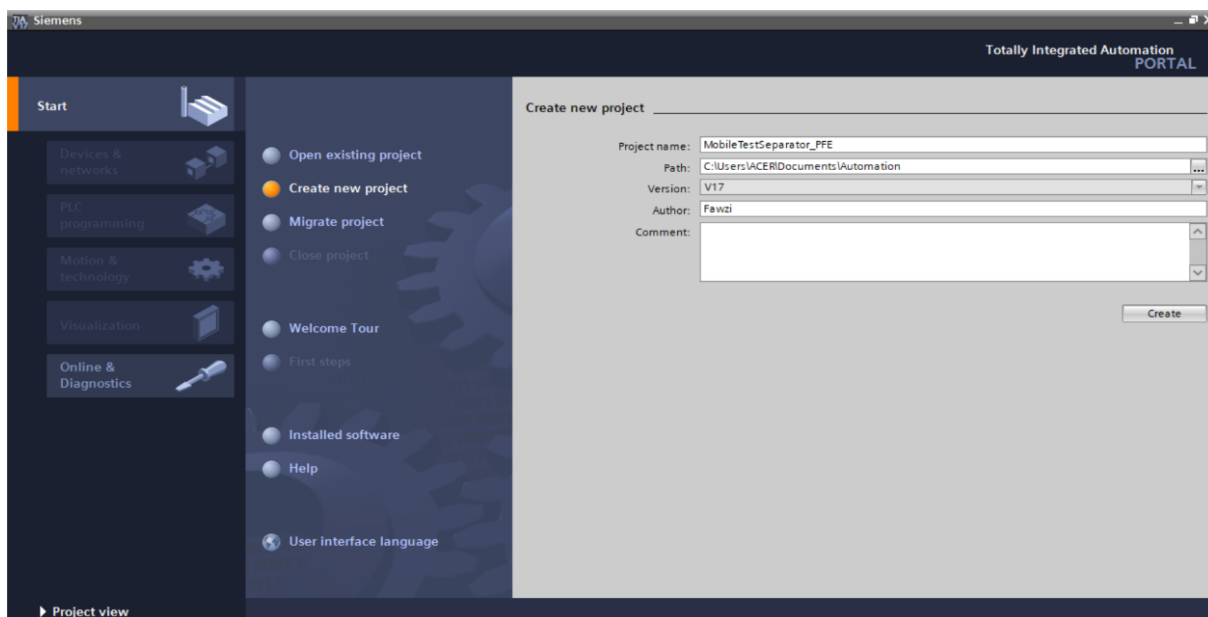


Figure 3.4 : Création du projet dans TIA PORTAL

2. Ajout du PLC ET200SP CPU 1512SP F-1 PN :

La figure 3.5 montre l'ajout du PLC ET200SP CPU 1512SP F-1 PN.

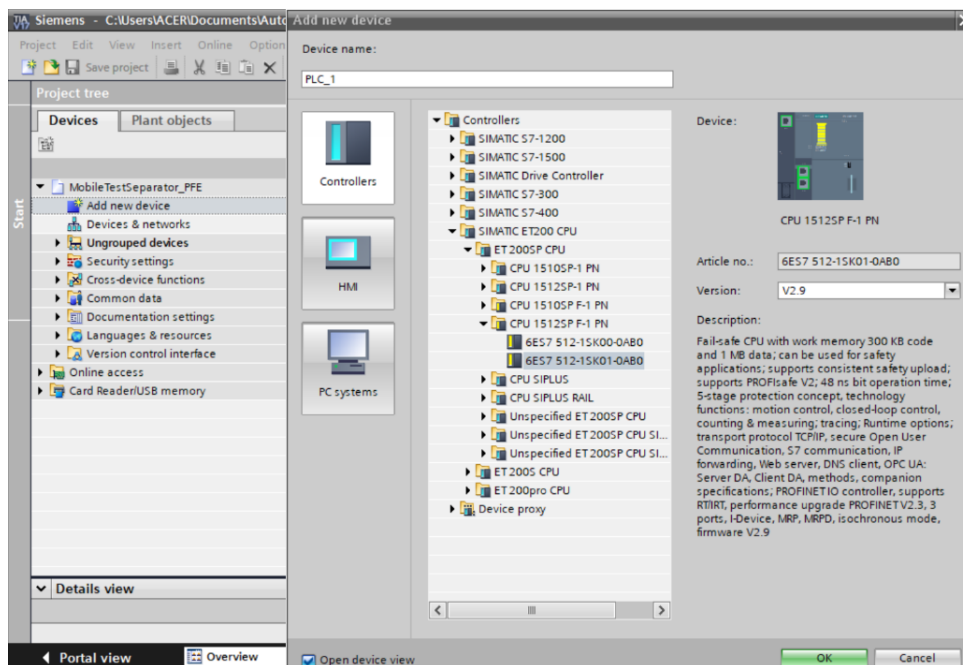


Figure 3.5 : Ajout du PLC ET200SP CPU 1512SP F-1 PN

3. Ajout du module F-DI :

La figure 3.6 montre l'ajout du module F-DI.

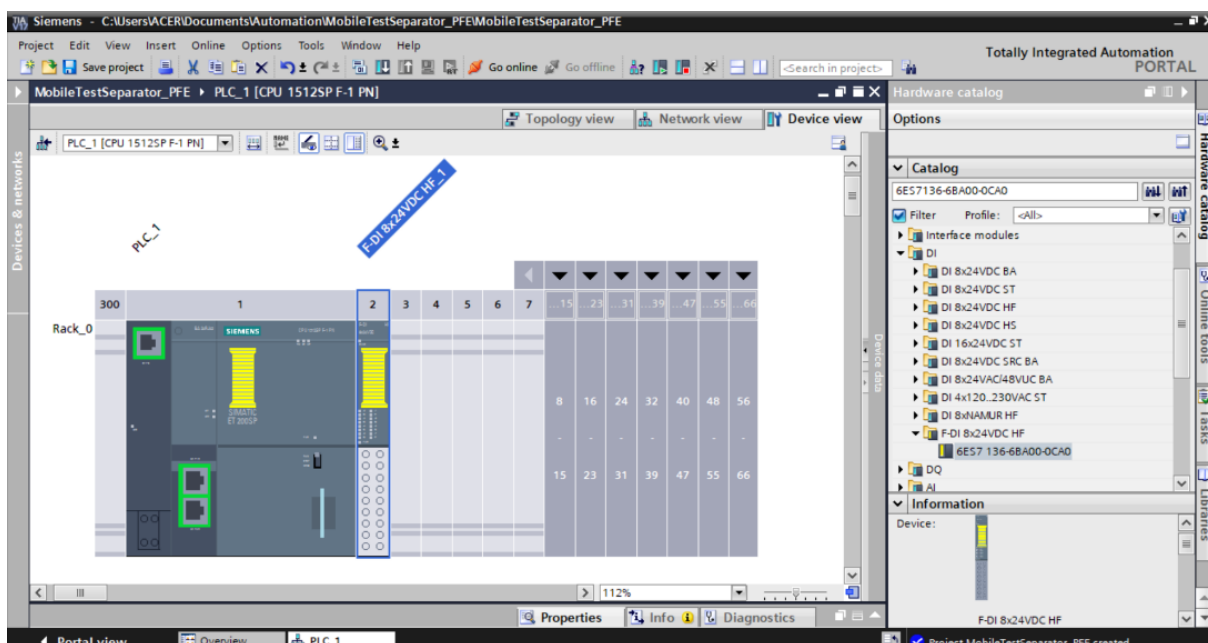


Figure 3.6 : Ajout du module F-DI référencié 6ES7136-6BA00-0CA0

La figure 3.7 montre le projet après l'ajout de tous les modules.

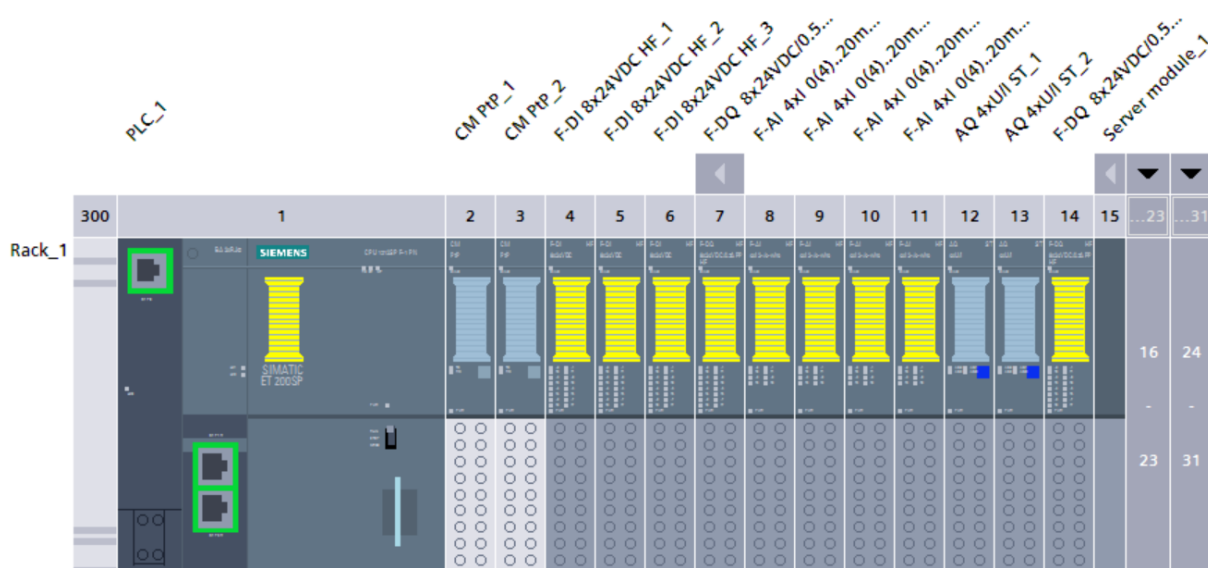


Figure 3.7 : après l'ajout de tous les modules

4. Configuration du deuxième rack :

Après l'ajout de tous les modules, nous ajoutons un deuxième rack conçu spécifiquement pour les signaux ESD. Ce rack est dédié à l'activation des vannes d'arrêt d'urgence et à la visualisation de l'état des capteurs de niveau et de pression dans le séparateur. Il reçoit les états des capteurs et génère des alarmes en cas d'urgence.

La figure 3.8 montre la configuration matérielle du deuxième rack.



Figure 3.8 : configuration matérielle du 2ème Rack

5. Ajout du HMI TP1500 Comfort Panel 15” :

La figure 3.9 montre l’ajout du HMI TP1500 Comfort Panel.

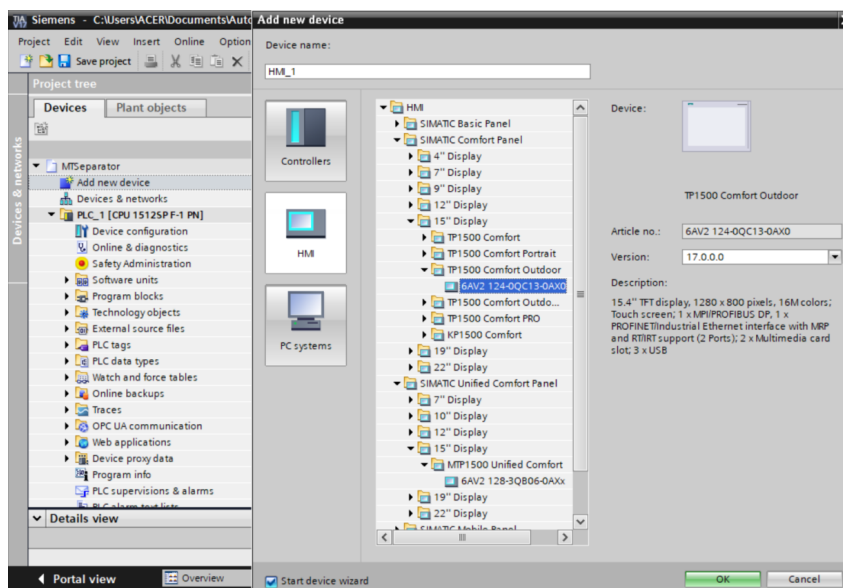


Figure 3.9 : Ajout du HMI TP1500 Comfort Panel 15”

6. Schéma du réseau ProfiNet entre PLC et HMI :

L’architecture réseau comprend un PLC connecté à un HMI via Ethernet. Le PLC gère les entrées et sorties de terrain, tandis que le HMI permet l’interaction avec l’utilisateur. Les adresses IP sont configurées pour chaque composant afin de garantir une communication fiable et sécurisée.

La figure 3.10 montre le schéma du réseau ProfiNet entre le PLC et le HMI.

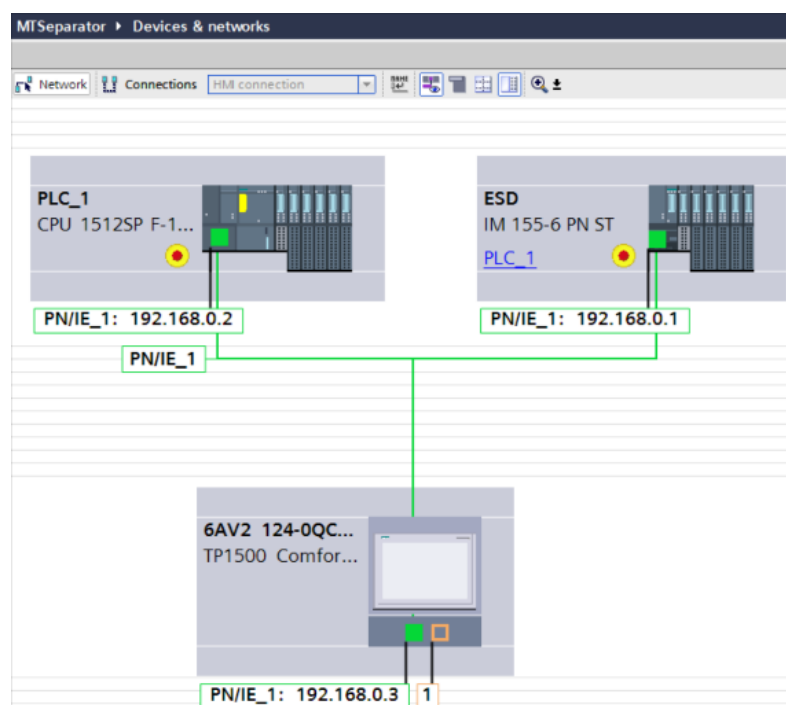


Figure 3.10 : schéma du réseau ProfiNet entre PLC et HMI

3.3 Programmation des Blocs de Programme

3.3.1 Mise à l'échelle

1. Présentation des blocs **NORM_X** et **SCALE_X** :

NORM_X : Le bloc **NORM_X** permet de normaliser la valeur du tag à l'entrée **VALUE** en la mappant sur une échelle linéaire. Les paramètres **MIN** et **MAX** définissent les limites de la plage de valeurs appliquée à l'échelle. Le résultat à la sortie **OUT** est calculé et stocké sous forme de nombre flottant, en fonction de la position de la valeur à normaliser au sein de cette plage de valeurs.[19]

SCALE_X : Le bloc **SCALE_X** permet de mettre à l'échelle la valeur du tag à l'entrée **VALUE** en la mappant sur une plage de valeurs spécifiée. Lorsque l'instruction "Scale" est exécutée, la valeur en virgule flottante à l'entrée **VALUE** est mise à l'échelle selon la plage de valeurs définie par les paramètres **MIN** et **MAX**. Le résultat de la mise à l'échelle est un entier, qui est stocké dans la sortie **OUT**.[19]

2. Programmation des blocs **NORM_X** et **SCALE_X** :

La figure 3.11 montre un exemple de mise à l'échelle pour le transmetteur de pression 7PIT-1009, utilisant les blocs **NORM_X** et **SCALE_X**. Le bloc **NORM_X** normalise la valeur du transmetteur en la mappant sur une échelle linéaire (0-27648) définie par les paramètres **MIN** et **MAX**, avec le résultat stocké en tant que nombre flottant dans "MDPIT-1009". Ensuite, le bloc **SCALE_X** met à l'échelle cette valeur normalisée en la mappant sur une plage de valeurs spécifiée (0-100 Bar), produisant une valeur de pression utilisable, stockée dans "Data_HMI_PCS".Pres_1009.

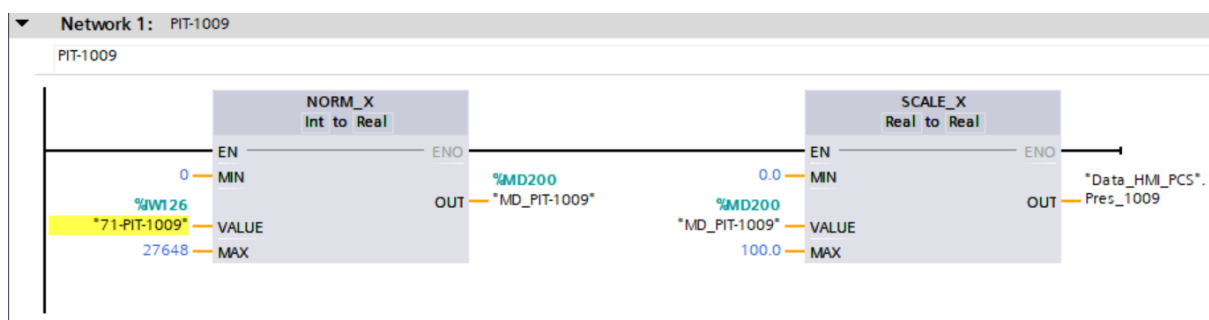


Figure 3.11 : Mise à l'Échelle pour le Transmetteur de Pression 71PIT-1009

3.3.2 Régulation PID

1. **Présentation de bloc PID Compact :** Le bloc PID_Compact est un objet technologique conçu pour contrôler des actionneurs proportionnels. Il lit la valeur de processus mesurée et la compare avec le point de consigne. À partir de l'écart de régulation résultant, le contrôleur calcule une valeur de sortie pour ajuster la déviation du point de consigne ou la variable de perturbation si nécessaire. La valeur de sortie du contrôleur PID se compose de trois composants :

Composant P : Proportionnel à l'écart de régulation.

Composant I : Intégral, augmente tant qu'il y a un écart de régulation.

Composant D : Différentiel, augmente avec le taux de changement de l'écart de régulation.

Le bloc PID_Compact offre des fonctionnalités de mise en service automatique permettant de calculer automatiquement les paramètres P, I et D en fonction du système contrôlé (Préréglage et Réglage fin). Il existe cinq modes de fonctionnement : Inactif, Manuel, Automatique, Préréglage, et Réglage fin.

La figure 3.12 illustre une boucle de régulation PID, montrant comment le contrôleur PID ajuste la sortie pour minimiser l'écart entre la valeur de consigne et la valeur mesurée du processus.[20]

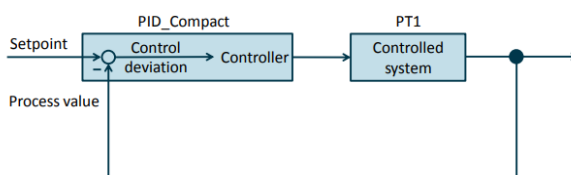


Figure 3.12 : Schéma de Boucle de Régulation PID

2. **Programmation de bloc PID Compact :**

La figure 3.13 montre un exemple de bloc de régulation PID pour le niveau d'eau de la vanne 71LV-1002 et le transmetteur 71LIT-1002, qui mesure le niveau d'eau dans le séparateur. Le point de consigne est réglé depuis l'interface homme-machine (HMI) et le centre de contrôle (CCR). Le bloc "PID_Compact" dans TIA Portal utilise le point de consigne défini par "Data_Slave.DATA_Auto Set value 71LV-1002" et la valeur mesurée

provenant de "Data_HMI_PCS".Lvl_1002. Le mode manuel peut être activé via "ManualEnable", permettant de définir manuellement la valeur de régulation avec "ManualValue". La sortie du PID ajuste l'ouverture de la vanne 71LV-1002. Cette configuration assure une régulation précise et automatique du niveau d'eau, avec une option de réglage manuel.

Le bloc PID_Compact a été programmé dans un OB cyclique (OB30) pour garantir une exécution régulière et continue du contrôle PID.

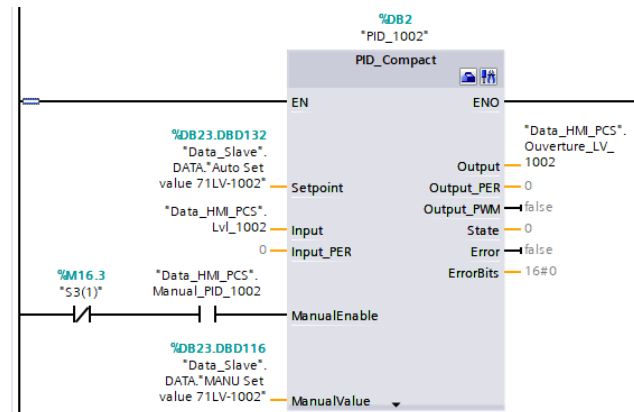


Figure 3.13 : Programmation du Bloc PID pour la Régulation du Niveau d'Eau

3.3.3 Gestion des alarmes pour le séparateur

La figure 3.14 montre la configuration des réseaux d'alarme dans TIA Portal pour surveiller les niveaux de liquide et la pression de gaz dans le séparateur. Par exemple, les seuils d'alarme pour le transmetteur 71LIT-1008 sont établis pour des valeurs inférieures ou égales à 0,8 et supérieures ou égales à 1,4. Les résultats de ces comparaisons sont stockés dans des bits de mémoire (%M204.3 et %M204.6), qui déclenchent les alarmes correspondantes lorsque les seuils sont dépassés. Cette configuration assure une surveillance continue et proactive, garantissant ainsi la sécurité et le contrôle efficace des processus industriels.

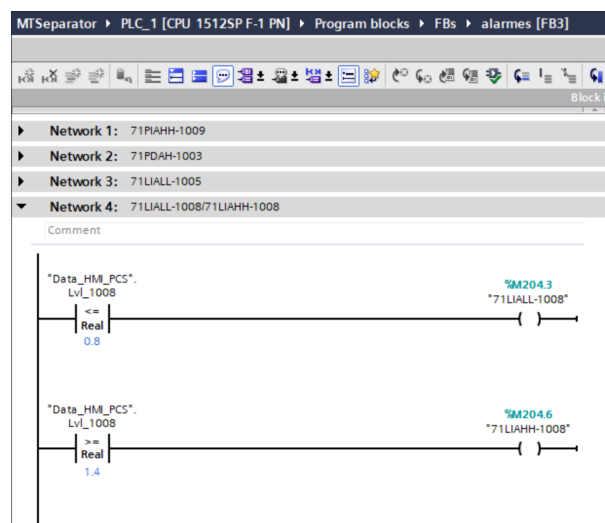


Figure 3.14 : Configuration des Réseaux d'Alarme dans TIA Portal

3.3.4 Communication modbus RTU RS485

1. Présentation des Blocs Modbus :

- **Modbus_Comm_Load** : L'instruction "Modbus_Comm_Load" configure un module de communication pour utiliser le protocole Modbus RTU. Elle permet de définir les paramètres de communication tels que la vitesse de transmission, la parité, et de paramétrer la connexion avec les paramètres du maître ou de l'esclave. Cette instruction est essentielle pour chaque port de communication nécessitant une configuration Modbus RTU. Elle doit être appelée au premier cycle du programme afin d'initialiser correctement la configuration.[14]
- **Modbus_Master** : L'instruction "Modbus_Master" permet à la CPU d'agir en tant que maître Modbus RTU via un port configuré avec l'instruction Modbus_Comm_Load, facilitant la communication avec un ou plusieurs esclaves Modbus. Cette instruction est utilisée pour envoyer des demandes de lecture ou d'écriture aux esclaves Modbus, avec des paramètres correctement configurés pour l'adressage, le mode de fonctionnement, et l'adresse de début des données.[14]
- **Modbus_Slave** : L'instruction "Modbus_Slave" permet à la CPU de fonctionner comme un esclave Modbus, en communiquant avec un maître Modbus via un port configuré avec Modbus_Comm_Load, répondant aux demandes de lecture ou d'écriture provenant d'un maître Modbus. Utilisée pour configurer l'adresse de l'esclave et les registres de maintien, cette instruction assure la communication bidirectionnelle entre la CPU et le maître Modbus.[14]

2. Configuration du Matériel :

Nous avons configuré deux ports de communication Modbus dans TIA Portal. Le premier port permet une communication entre le DCS Honeywell et la CPU, où la CPU agit comme esclave Modbus, en utilisant des paramètres tels que 9600 bits/s, parité paire, 8 bits de données et 1 bit d'arrêt en mode half duplex RS485, comme montré dans la figure 3.15. Le deuxième port permet la communication entre la CPU et trois transmetteurs de débit Emerson, avec la CPU comme maître Modbus, en utilisant des paramètres similaires. Cette configuration assure une communication bidirectionnelle fiable et efficace entre les différents composants de notre système automatisé.[21]

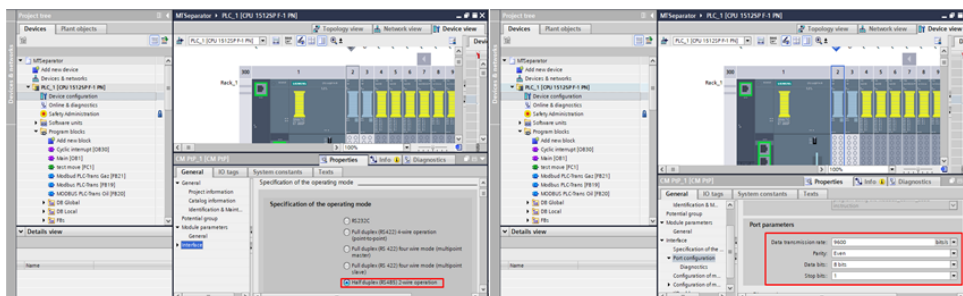


Figure 3.15 : Configuration des Paramètres de Communication pour les deux Ports Modbus

3. Programmation du Bloc Modbus_Comm_Load :

La figure 3.16 illustre la programmation du bloc "Modbus_Comm_Load" dans TIA Portal. Le bloc "Modbus_Comm_Load" configure les paramètres de communication pour un module Modbus, incluant les paramètres de port (PORT), la vitesse de transmission (BAUD) et la parité (PARITY). L'instruction est activée au premier cycle du programme (REQ activé par "FirstScan") et initialise les paramètres spécifiés pour établir la communication Modbus. Les sorties du bloc indiquent l'état de la configuration (DONE, ERROR, STATUS).[21]

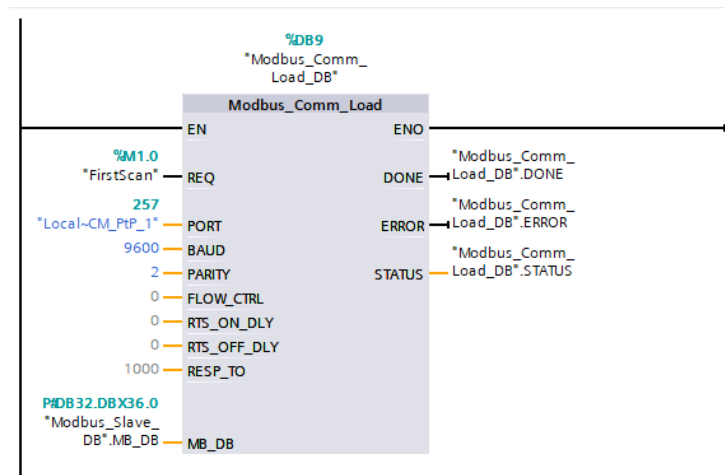


Figure 3.16 : Programmation du Bloc Modbus_Comm_Load dans TIA Portal

Cette programmation est appliquée de manière identique pour les deux ports de communication utilisés dans le projet : le premier pour la communication entre le DCS Honeywell et la CPU en tant qu'esclave, et le second pour la communication entre la CPU et les transmetteurs de débit Emerson en tant que maître. Cette configuration assure une initialisation correcte et uniforme des paramètres de communication pour les deux scénarios.

4. Préparation des Données pour le Centre de Contrôle :

Dans cette étape, nous avons préparé un bloc de données global contenant les informations nécessaires pour la communication avec le DCS Honeywell. La figure 3.17 montre la structure de données "Data_Slave" dans TIA Portal, qui comprend des variables TOR et Real pour le stockage et le transfert des informations entre la CPU et le DCS Honeywell. Ces données incluent diverses mesures telles que les valeurs des transmetteurs, ainsi que d'autres paramètres critiques.

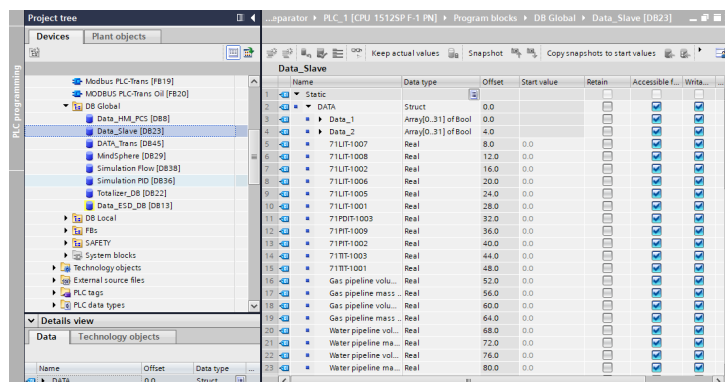


Figure 3.17 : Structure de Données "Data_Slave" pour la Communication avec le DCS Honeywell

5. Programmation du Bloc Modbus_Slave :

La figure 3.18 montre la programmation du bloc "Modbus_Slave" dans TIA Portal, configurant la CPU pour agir en tant qu'esclave Modbus. Les principaux paramètres incluent l'adresse de la station esclave (MB_ADDR) et le registre de maintien (MB_HOLD_REG) pointant vers une zone de stockage de données globale ("Data_Slave"). Les sorties du bloc indiquent l'état de la communication, telles que les nouvelles données reçues (NDR), les données prêtes (DR), et les erreurs (ERROR). Cette programmation permet à la CPU de répondre aux requêtes du maître Modbus, assurant une communication fiable et efficace.[21]

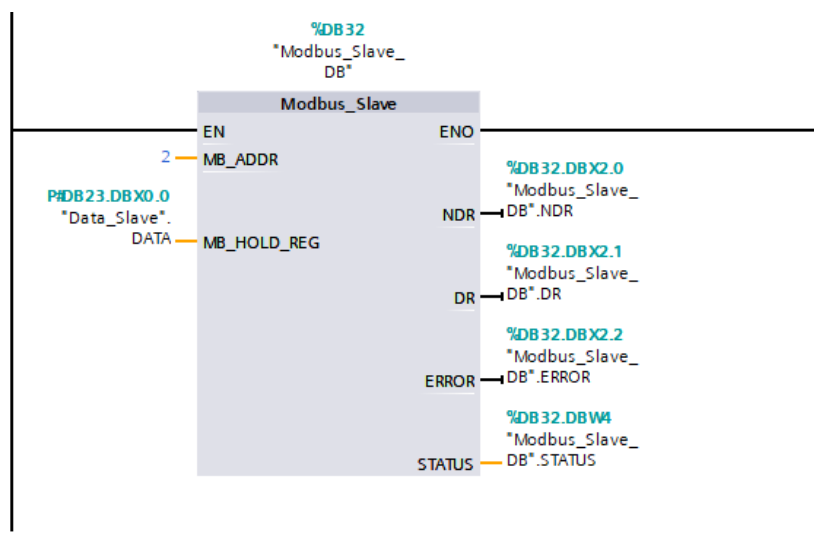


Figure 3.18 : Programmation du Bloc Modbus_Slave dans TIA Portal

6. Programmation du Bloc Modbus_Master :

Nous avons configuré la CPU pour interagir avec trois transmetteurs en mode lecture et écriture. La figure 3.19 montre un exemple de lecture de la masse totale de gaz à partir d'un transmetteur. Les paramètres principaux incluent l'adresse de l'esclave Modbus (MB_ADDR) définie à 5, le mode de transmission (MODE) en lecture, l'adresse de départ des données (DATA_ADDR) à 42915, la longueur des données (DATA_LEN) à 1, et le pointeur vers la zone de stockage (DATA_PTR) pointant vers "DATA_Trans" dans

DB45. Les signaux de sortie (DONE, BUSY, ERROR) indiquent l'état de l'opération, avec le signal STATUS fournissant des informations supplémentaires.[21]

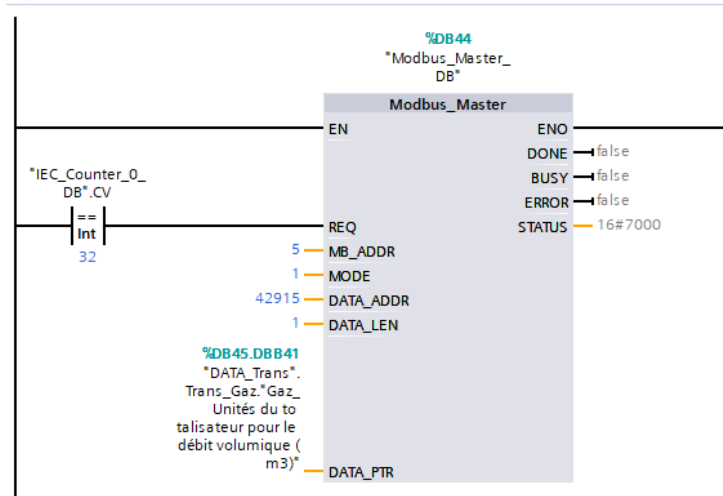


Figure 3.19 : Programmation du Bloc Modbus_Master pour la Lecture de la Masse Totale de Gaz

3.3.5 Calcul de volume total et rendement

On a développé une fonction de totalisation des débits pour calculer les rendements de l'eau, du pétrole et du gaz. Les transmetteurs de débit mesurent les débits instantanés de chaque composant, qui sont ensuite convertis de kg/h en kg/s. Pour chaque composant, nous ajoutons le débit converti au volume totalisé calculé jusqu'à présent en utilisant un bloc d'addition (ADD). Cela permet de suivre le volume total accumulé pour chaque composant (eau, pétrole, gaz) au fil du temps. Cette opération est effectuée indépendamment pour chaque composant. Enfin, les rendements sont calculés en divisant les volumes totalisés de chaque composant par le volume total de tous les composants, exprimés en pourcentages grâce à un bloc de calcul personnalisé. Cette fonction permet une surveillance précise et efficace des flux de chaque composant dans le système.

La figure 3.20 montre l'implémentation des blocs dans le programme, illustrant la conversion des débits, la totalisation des volumes et le calcul des pourcentages pour chaque composant.



Figure 3.20 : Implémentation de la Totalisation des Débits et du Calcul des Pourcentages pour l'Eau, le Pétrole et le Gaz

3.3.6 Blocs logiques de sécurité

1. Emergency Stop (ESTOP) :

Bloc ESTOP1: Représente une fonction d'arrêt d'urgence avec les paramètres suivants :

EN : Activation du bloc.

E_STOP : Entrée de demande d'arrêt d'urgence.

ACK_NEC : Indique si un acquittement est nécessaire.

ACK : Entrée pour l'acquittement.

TIME_DEL : Délai de temporisation pour l'arrêt d'urgence.

ENO : Sortie d'activation.

Q : Sortie indiquant l'état de l'arrêt d'urgence.

Q_DELAY : Sortie indiquant le retard de l'état d'arrêt d'urgence.

ACK_REQ : Indique la nécessité d'un acquittement.

DIAG : Sortie de diagnostic.

La Figure 3.21 montre l'utilisation du bloc d'arrêt d'urgence (ESTOP) pour la vanne 71ESDV-1035.

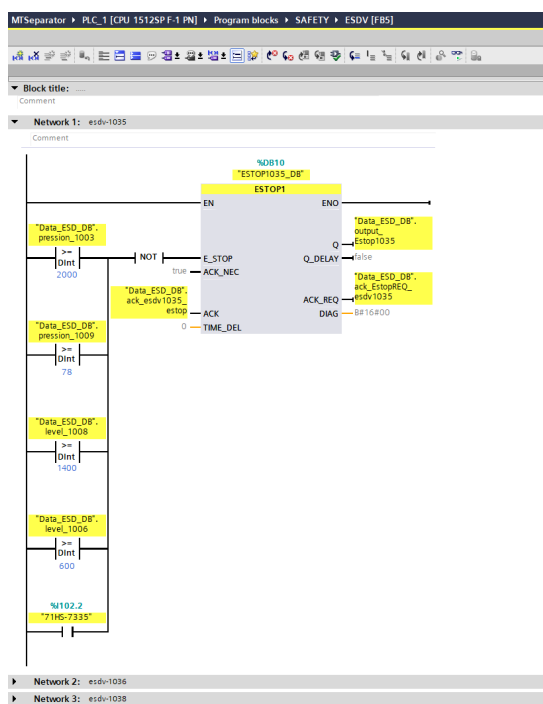


Figure 3.21 : Utilisation du bloc d'arrêt d'urgence (ESTOP) pour la vanne 71ESDV-1035

Conditions d'entrée :

"Data_ESD_DB".pression_1003 >= 2000: Vérifie si la pression_1003 est supérieure ou égale à 2000 mBar.

"Data_ESD_DB".pression_1009 >= 78: Vérifie si la pression_1009 est supérieure ou égale à 78 mBar.

"Data_ESD_DB".level_1008 >= 1400: Vérifie si le level_1008 est supérieur ou égal à 1400 mm.

"Data_ESD_DB".level_1006 >= 600: Vérifie si le level_1006 est supérieur ou égal à 600 mm.

%I102.2 "7IHS-7335" : Vérifie l'état de l'entrée physique %I102.2 associée au signal "7IHS-7335" provenant du DCS Honeywell.

Fonctionnement global :

Si une des conditions (pressions ou niveaux) devient vraie ou si l'entrée physique %I102.2 est active, le résultat logique de cette branche sera vrai (1).

Après passage par le NOT, l'entrée E_STOP du bloc ESTOP1 reçoit 0, déclenchant l'arrêt d'urgence.

La sortie Q du bloc ESTOP1 passe à 0, indiquant que l'arrêt d'urgence est actif.

La sortie ACK_REQ devient active, indiquant qu'un acquittement est nécessaire pour réinitialiser le système.

Après la résolution de l'urgence, l'opérateur doit acquitter (ACK) pour permettre la remise à zéro.

Une fois acquitté et les conditions normales, la sortie Q repasse à 1, permettant la reprise du fonctionnement normal.

L'organigramme 3.22 montre le fonctionnement du Bloc ESTOP pour ESDV-1035.

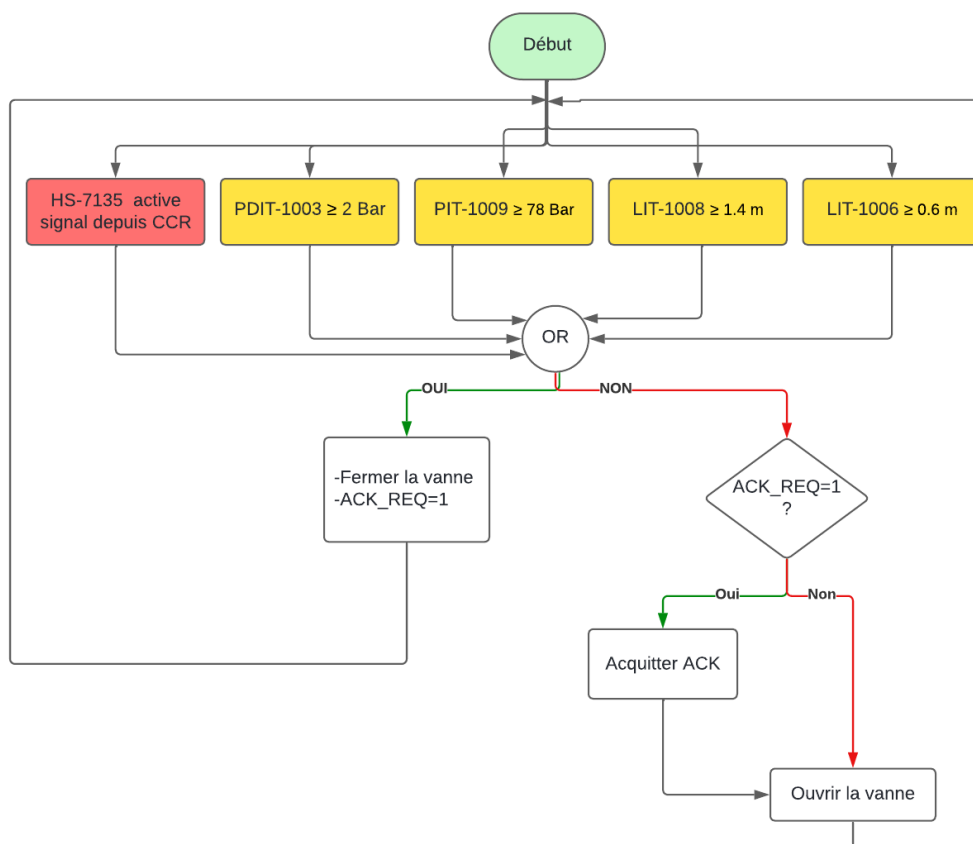


Figure 3.22 : organigramme montrant le fonctionnement du Bloc ESTOP pour ESDV-1035

2. Bloc FDBACK :

Présentation de Bloc FDBACK :

Le bloc FDBACK est utilisé pour surveiller le circuit de réaction en vérifiant la correspondance entre l'état de la sortie Q et l'état inversé de l'entrée FEEDBACK. Lorsque l'entrée ON est activée, la sortie Q passe à 1 si FEEDBACK est également à 1 et aucune erreur de relecture n'est détectée. Une erreur de relecture (ERROR = 1) est détectée si l'état logique inverse de l'entrée FEEDBACK ne suit pas l'état logique de la sortie Q dans le temps de relecture tolérable maximal FDB_TIME. Cette erreur de relecture est mémorisée. En cas d'erreur, la sortie Q est mise à 0, et l'erreur est mémorisée, nécessitant un acquittement manuel si ACK_NEC = 1. L'acquiescement automatique est possible si ACK_NEC = 0.[22]

Programation de Bloc FDBACK :

La figure 3.23 illustre l'utilisation d'un bloc fonctionnel FDBACK pour surveiller si l'état logique de la vanne d'arrêt d'urgence 71ESOV-1035, correspond à l'état logique inversé de l'entrée de relecture FEEDBACK (détecteur de l'ouverture de la vanne d'arrêt d'urgence 71EZSO-1035). Ce bloc "FDBACK" s'assure que cette correspondance est correcte afin de vérifier le bon fonctionnement de la vanne d'arrêt d'urgence.

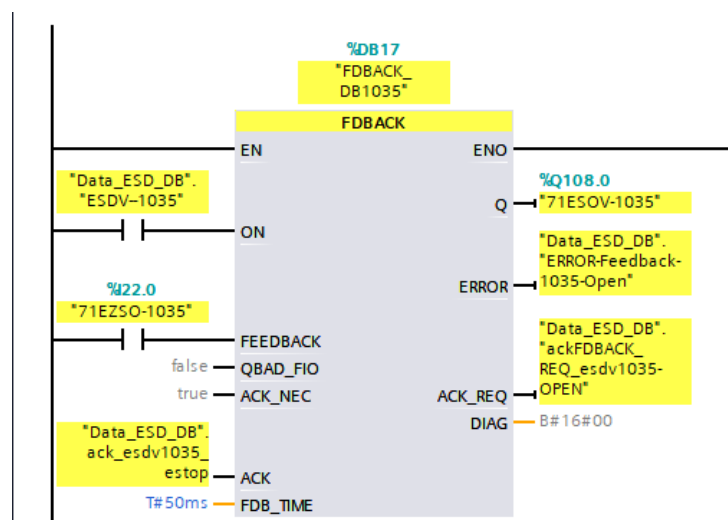


Figure 3.23 : Surveillance de l'État de la Vanne d'Arrêt d'Urgence 71ESOV-1035 via le Bloc FDBACK

3.4 Supervision de Séparateur de Test Triphasique avec HMI TP 1500

3.4.1 Conception de l'Interface Utilisateur (HMI)

Le design et le développement de l'Interface Homme-Machine (IHM) ont été réalisés à l'aide de WinCC Advanced dans TIA Portal. L'interface se compose d'une vue graphique principale et d'un onglet d'outils qui permettent d'accéder aux différentes fonctionnalités et options de contrôle.

CHAPITRE 3. AUTOMATISATION, SUPERVISION DE SÉPARATEUR DE TEST TRIPHASIQUE 71V-1001

La figure 3.24 montre une vue d'ensemble de WinCC Advanced. Cette vue permet de visualiser les différentes sections de l'IHM et leurs interconnexions. Les opérateurs peuvent utiliser cette vue pour naviguer entre les différentes fonctionnalités de l'application HMI.

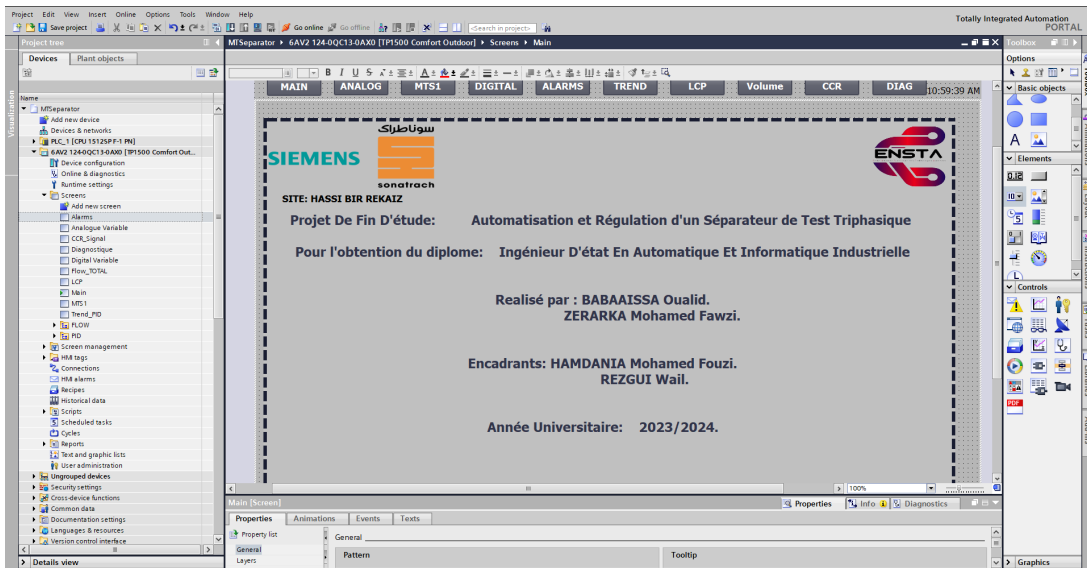


Figure 3.24 : Vue d'ensemble WinCC Advanced

3.4.2 Les Données à Envoyer à HMI

La figure 3.25 présente les blocs de données globales Data_HMI_PCS et Data_ESD_DB configurés dans TIA Portal pour la supervision via l'interface HMI TP 1500. Le bloc Data_HMI_PCS regroupe des variables critiques, principalement de type réel, représentant les valeurs de pression, de niveau et de débit. Ces données, accessibles en lecture et en écriture, permettent à l'utilisateur d'observer et d'ajuster les valeurs mesurées via l'HMI. Le bloc Data_ESD_DB, dédié à la gestion des états d'urgence et des signaux de sécurité (ESDV), contient principalement des variables booléennes indiquant l'état des valves de sécurité, les signaux de commande et les feedbacks. Cette configuration assure une interaction fluide entre le système automatisé et l'HMI, offrant une visibilité complète et un contrôle efficace sur les processus et les dispositifs de sécurité du séparateur de test triphasique.

Data_HMI_PCS		Data_ESD_DB	
Name	Data type	Name	Data type
Static		pression_1009	Diint
Pres_1002	Real	level_1009	Diint
Pres_1009	Real	level_1008	Diint
Pres_1003	Real	level_1006	Diint
Lvl_1005	Real	level_1005	Diint
Lvl_1008	Real	ESDV_1036	Bool
Lvl_1006	Real	ESDV_1038	Bool
Lvl_1002	Real	ESDV_1039	Bool
Lvl_1001	Real	Open_ESDV_1036	Bool
TL_1003	Real	Open_ESDV_1038	Bool
TL_1001	Real	Open_ESDV_1039	Bool
Ouverture_PV_1002	Real	Close_ESDV_1036	Bool
Ouverture_LV_1001	Real	Close_ESDV_1038	Bool
Ouverture_PV_1002_MNH	Real	Close_ESDV_1039	Bool
Ouverture_LV_1001_MNH	Real	ack_esdv_1035_ack_stop	Bool
Set_point_1002	Real	ack_esdv_1038_ack_stop	Bool
Set_point_1001	Real	ack_esdv_1039_ack_stop	Bool
Set_point_PV_1002	Real	ack_esdv_1035_ack_feed	Bool
Flow_1001	Real	ack_esdv_1038_ack_feed	Bool
		ack_esdv_1039_ack_feed	Bool
		output_Fdback1035	Bool
		output_Fdback1038	Bool
		output_Fdback1039	Bool
		ackFDBACK_REQ_ack1035	Bool
		ackFDBACK_REQ_ack1038	Bool
		ackFDBACK_REQ_ack1039	Bool

Figure 3.25 : Configuration des Blocs de Données Globales pour la Supervision via l'Interface HMI

3.4.3 Navigation des Vues de l'IHM

L'interface IHM de notre projet est composée de plusieurs vues : une vue principale du séparateur de test, trois vues pour visualiser les variables analogiques et numériques, une pour les signaux provenant de la salle de contrôle (CCR), une vue pour les alarmes, une pour voir le volume total des fluides (pétrole, eau, gaz) et leur rendement, et une vue pour la régulation des paramètres PID des vannes de régulation. La figure 3.26 présente la navigation entre les vues de l'IHM.

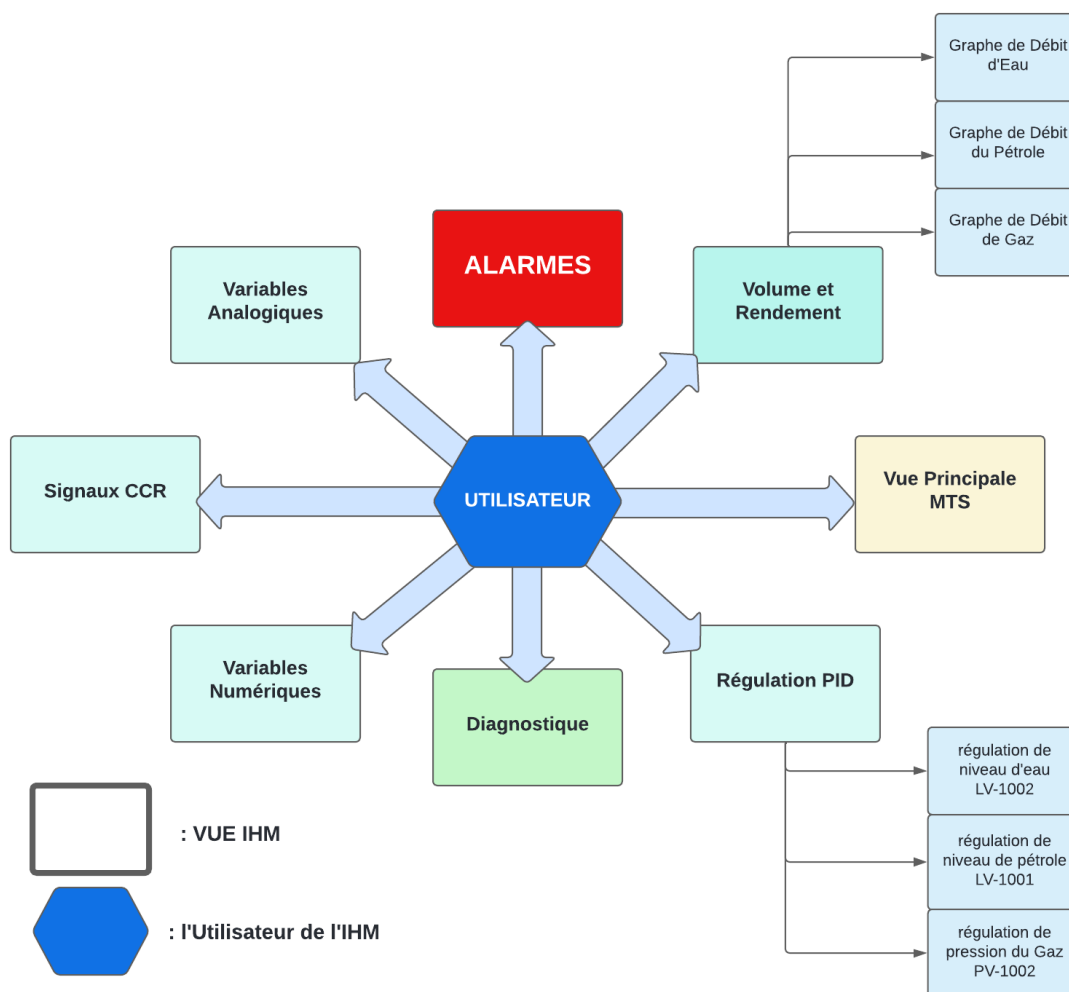


Figure 3.26 : Schéma de Navigation entre les Différentes Vues de l'IHM

1. **VUE Principale MTS** : La vue principale MTS permet à l'opérateur de visualiser les états des ESDV (Emergency Shut Down Valves) et de les contrôler en mode manuel (ouvrir/fermer). L'opérateur peut également visualiser le pourcentage d'ouverture des vannes de régulation et changer la consigne. En mode manuel, il est possible de modifier le pourcentage d'ouverture des vannes. La vue affiche également différentes valeurs des capteurs. La figure 3.27 illustre cette vue, mettant en évidence les principaux indicateurs et contrôles disponibles pour l'opérateur.

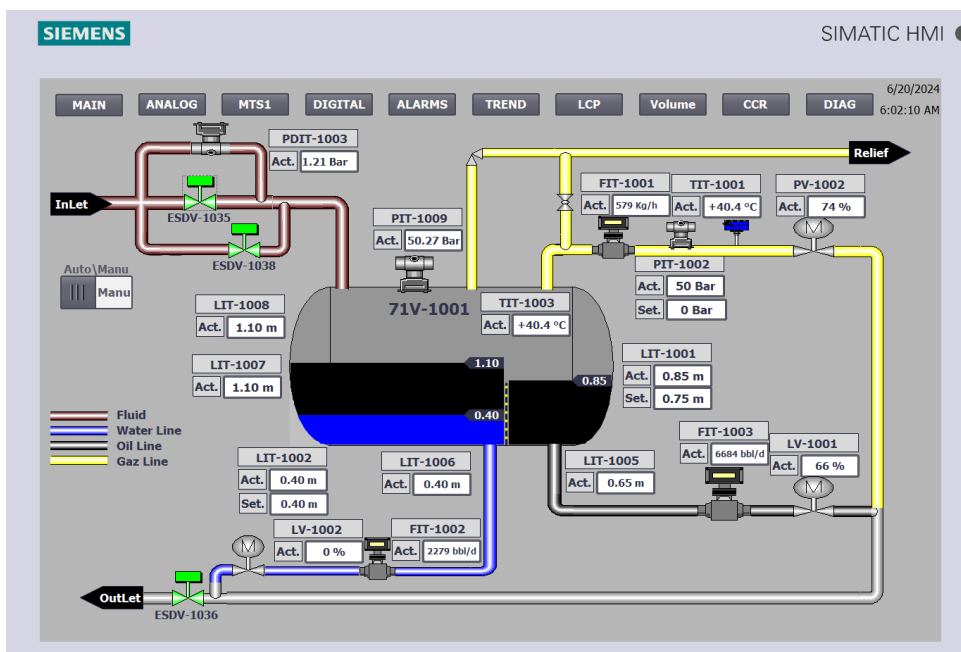


Figure 3.27 : Vue Principale MTS

- Vue Variables Analogiques :** Cette vue permet de visualiser tous les capteurs analogiques dans un tableau avec des indicateurs jaunes pour signaler un avertissement et des indicateurs rouges pour signaler une alarme. Un autre tableau regroupe les trois vannes de régulation avec le pourcentage d'ouverture, la consigne et la valeur actuelle. La figure 3.28 montre la disposition des éléments dans cette vue, avec des graphiques et des indicateurs pour chaque capteur analogique.

Nom	Valeur	Status
71-PIT-1002	000.0 bar	PIAL PIAH
71-PDIT-1003	0.00 bar	PDAH
71-PIT-1009	000.0 bar	PIAHH
71-TIT-1003	000 C	
71-TIT-1001	000 C	

Nom	Positionneur	Act	Set
71-LY-1002	000 %	0.00 m	0.00 m
71-LY-1001	000 %	0.00 m	0.00 m
71-PY-1002	000 %	000.0 bar	000 bar

Nom	Valeur	Status
71-LIT-1002	0.00 m	LIAL LIAH
71-LIT-1001	0.00 m	LIAL LIAH
71-LIT-1005	0.00 m	LIALL
71-LIT-1006	0.00 m	LIALL LIAHH
71-LIT-1008	0.00 m	LIALL LIAHH
71-LIT-1007	0.00 m	LIAL LIAH
71-FIT-1001	00000 Kg/h	
71-FIT-1002	00000 Kg/h	
71-FIT-1003	00000 Kg/h	

Figure 3.28 : Vue Variables Analogiques

3. **Vue Variables Numériques** : Cette vue permet de visualiser l'état des signaux de commande des trois vannes ESDV (ouvertures/fermetures) ainsi que l'état de leurs indicateurs de position (ouvert/fermé). La figure 3.29 montre la disposition des éléments dans cette vue, avec des affichages numériques clairs pour chaque capteur.

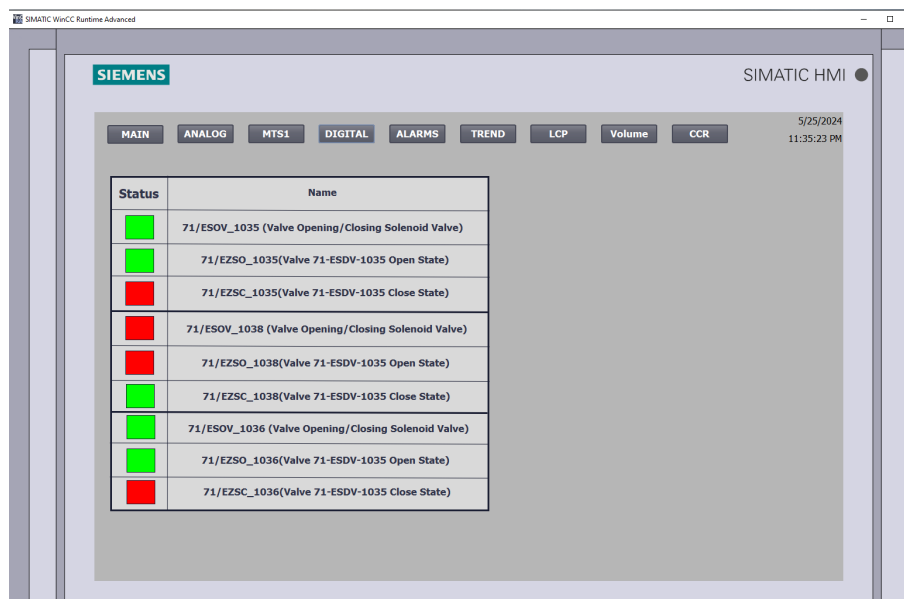


Figure 3.29 : Vue Variables Numériques

4. **Vue Alarmes** : La vue des alarmes permet de surveiller et de gérer les alarmes générées par le système. Un tableau liste toutes les alarmes déclenchées, comprenant le temps de déclenchement, le statut de l'alarme (acquitté, non acquitté, venu, venu et parti), et le texte de l'alarme. La figure 3.30 montre cette vue, avec une liste des alarmes actuelles.

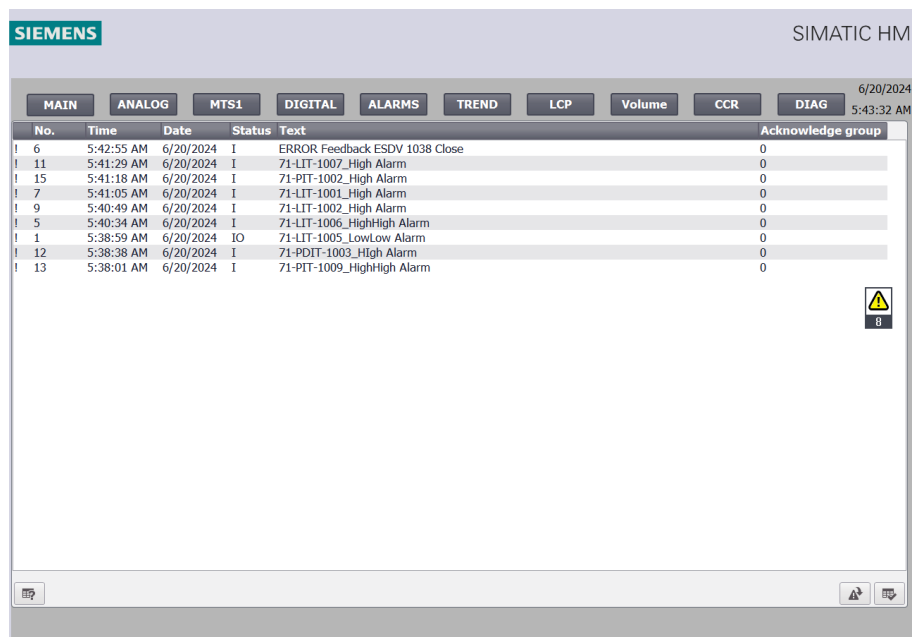


Figure 3.30 : Vue Alarmes

5. **Vue Trend Débit Oil :** Cette vue permet de visualiser les tendances des débits d'huile. La figure 3.31 montre un exemple de graphique de tendance, avec des courbes représentant les variations du débit d'huile sur une période donnée. Cette vue est utile pour l'analyse des performances du système.

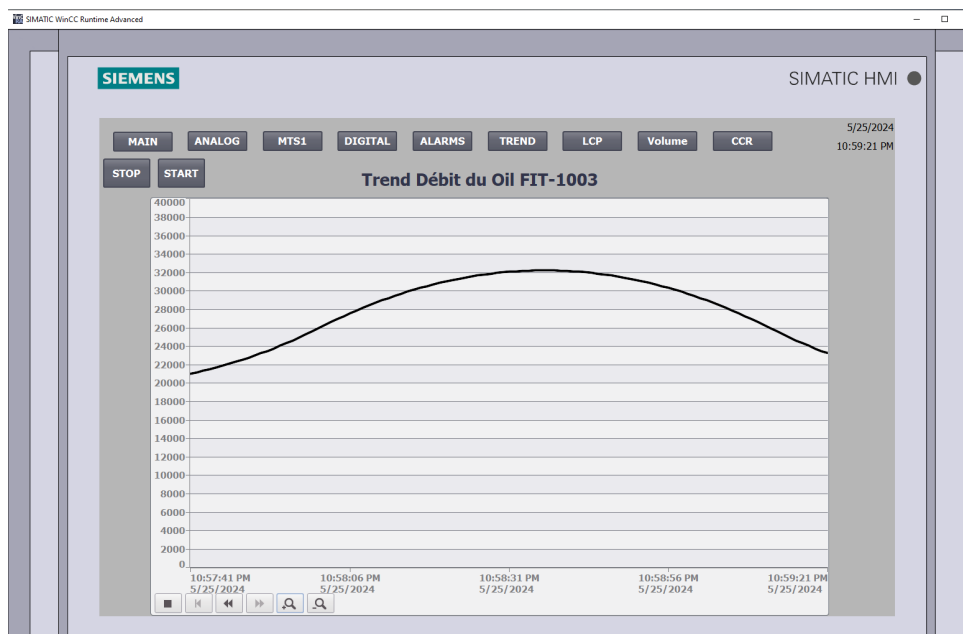


Figure 3.31 : Vue Trend Débit Oil

6. **Vue Diagnostique :** La vue diagnostique permet à l'opérateur de surveiller le statut fonctionnel du système et d'identifier d'éventuels dysfonctionnements de communication ou de défaillance des différents composants. Cette vue affiche les statuts des différents modules ainsi que leurs adresses, offrant ainsi une vue d'ensemble rapide et précise de l'état du système. La figure 3.32 illustre cette vue avec des indicateurs pour chaque module, facilitant ainsi le diagnostic et la résolution des problèmes.

Status	Name	Opere...	Slot	Type	Order number	Address	Plant design...	Location ide...
✓	ET 200SP station 1			ET 200SP sta...		32*		
✓	PLC_1	1	1	CPU 1512SP ...	6ES7 512-1S...	49*		
✓	PROFINET IO-System					270*		
✓	CM PNP_1		2	CM PNP	6ES7 137-6...	257*		
✓	CM PNP_2		3	CM PNP	6ES7 137-6...	258*		
✓	F-DI 8x24VDC HF_1		4	F-DI 8x24VD...	6ES7 136-6B...	259*		
✓	F-DI 8x24VDC HF_2		5	F-DI 8x24VD...	6ES7 136-6B...	260*		
✓	F-DI 8x24VDC HF_3		6	F-DI 8x24VD...	6ES7 136-6B...	261*		
✓	F-DQ 8x24VDC/0.5A PP HF_1		7	F-DQ 8x24VD...	6ES7 136-6...	262*		
✓	F-AI 4xI 0(4)..20mA 2-/4-wire...		8	F-AI 4xI 0(4)...	6ES7 136-6...	263*		
✓	F-AI 4xI 0(4)..20mA 2-/4-wire...		9	F-AI 4xI 0(4)...	6ES7 136-6...	264*		
✓	F-AI 4xI 0(4)..20mA 2-/4-wire...		10	F-AI 4xI 0(4)...	6ES7 136-6...	265*		
✓	F-AI 4xI 0(4)..20mA 2-/4-wire...		11	F-AI 4xI 0(4)...	6ES7 136-6...	266*		
✓	AQ 4xU/I ST_1		12	AQ 4xU/I ST	6ES7 135-6...	267*		
✓	AQ 4xU/I ST_2		13	AQ 4xU/I ST	6ES7 135-6...	268*		
✓	F-DQ 8x24VDC/0.5A PP HF_2		14	F-DQ 8x24VD...	6ES7 136-6...	269*		
✓	Server module_1		15	Server module	6ES7 193-6P...	283*		

Figure 3.32 : Vue Diagnostique

3.5 Conclusion

Ce chapitre a détaillé le processus d'automatisation et de supervision d'un séparateur de test triphasique, essentiel dans l'industrie pétrolière et gazière pour la séparation et la mesure précise des rendements de pétrole, d'eau, et de gaz. L'intégration des composants principaux tels que l'ET200SP CPU et les modules de sécurité spécifiques a été expliquée en profondeur, mettant en lumière leur rôle crucial dans le contrôle et la sécurité du système.

Nous avons également abordé l'utilisation du TIA Portal pour la programmation et la configuration des systèmes d'automatisation. La conception et le développement de l'interface homme-machine (HMI) ont mis en avant la facilité d'utilisation et l'interaction fluide pour les opérateurs, avec l'intégration de l'HMI TP1500 offrant une surveillance en temps réel et un contrôle intuitif des processus. Les fonctionnalités de communication Modbus RTU RS485 ont été examinées pour assurer une communication bidirectionnelle fiable.

Les fonctions de totalisation des débits et de calcul des rendements ont été développées pour une surveillance précise des flux de chaque composant. En conclusion, l'intégration de ces technologies et une programmation détaillée ont permis de créer un système d'automatisation et de supervision fiable et efficace pour le séparateur de test triphasique, garantissant une performance optimale, une mesure précise des rendements, et une sécurité renforcée dans les opérations industrielles.

Chapitre 4

Solution IoT Avec Mindspere

4.1 Introduction

Dans le cadre de la mise en place d'une solution industrielle basée sur l'Internet des Objets (IIoT), Siemens propose la plateforme MindSphere, qui permet de connecter, surveiller et analyser les données des machines et des équipements industriels. Ce chapitre présente en détail l'intégration de MindConnect Nano avec MindSphere, illustrant ainsi une solution complète pour la collecte, la transmission et l'analyse des données industrielles. MindConnect Nano est un dispositif clé qui facilite la connexion sécurisée des équipements au Cloud, permettant une gestion optimisée des opérations grâce à la puissance analytique de MindSphere. Le processus de préparation, de configuration et de déploiement de MindConnect Nano est décrit, incluant la création de comptes, la configuration réseau, et la gestion des actifs et des aspects dans MindSphere. Ce chapitre démontre également comment les données industrielles sont structurées et visualisées, offrant ainsi une vue d'ensemble sur l'amélioration de la performance des équipements via des analyses en temps réel.

4.2 MindConnect Nano

Le MindConnect Nano est un PC industriel préconfiguré développé par Siemens, servant de passerelle compacte (Gateway) pour connecter de manière sécurisée les équipements industriels à la plateforme MindSphere. Son objectif principal est de collecter les données provenant des capteurs et des appareils sur le terrain, jusqu'à 250 données par seconde, puis de les transmettre à MindSphere toutes les 10 secondes via des protocoles industriels tels que OPC UA et S7 pour analyse et traitement. L'appareil prend en charge la transmission de données cryptées via une connexion Internet sécurisée, facilitant l'activation d'applications et de services basés sur le Cloud.

Grâce à ses fonctionnalités de connectivité, de gestion des données et de sécurité, le MindConnect Nano simplifie l'intégration des équipements existants à MindSphere. Il permet aux entreprises d'accéder aux données, d'utiliser des analyses avancées et de prendre des décisions éclairées basées sur les données pour optimiser leurs performances.[3]



Figure 4.1 : MindConnect Nano

4.3 MindSphere

MindSphere est une plateforme IoT industrielle développée par Siemens, conçue pour collecter et analyser des données provenant de capteurs et de machines industrielles connectés. Elle intègre des services et applications Cloud essentiels (Core Apps, MindApps), facilitant l'accès et l'analyse des données. Grâce à MindConnect Élément, une connectivité sécurisée et facile entre les équipements sur le terrain et MindSphere est assurée. Les données transmises par un élément MindConnect sont traitées et stockées dans le Cloud pour des analyses et une gestion ultérieures.

MindSphere permet aux entreprises de surveiller leurs équipements en temps réel, de détecter rapidement les problèmes potentiels et de prendre des décisions éclairées pour optimiser leurs opérations. Par exemple, si une machine montre des signes de défaillance imminente, MindSphere peut alerter les responsables afin qu'ils puissent prendre des mesures préventives avant que la panne ne se produise. La plateforme offre également des fonctionnalités avancées telles que l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique, ce qui lui permet d'apprendre à partir des données collectées et de fournir des prévisions ou des recommandations pour améliorer les performances. De plus, MindSphere permet aux développeurs de créer des applications personnalisées pour répondre aux besoins spécifiques de chaque entreprise.[3]



Figure 4.2 : Architecture de MindSphere

4.4 Actif(asset)

Un actif est une représentation numérique d'une machine ou d'un système d'automatisation connecté à MindSphere. Les données sont collectées et envoyées à MindSphere pour une analyse ultérieure. Les actifs permettent de surveiller et de gérer efficacement les équipements physiques, facilitant la maintenance préventive et l'optimisation des performances.[3]

4.5 Aspect

Les aspects sont des regroupements de points de données basés sur un sens logique, spécifiés dans le Cloud. Ils permettent une organisation structurée des données associées à un actif, facilitant ainsi l'analyse et la gestion des informations. Par exemple, un aspect comme "flow_data" pour un groupe de données des trois transmetteurs de débit d'huile, d'eau et de gaz.[3]

4.6 Préparation de MindConnect nano pour MindSphere

Nous avons effectué les étapes suivantes pour configurer et déployer le MindConnect Nano avec MindSphere et le PLC :

1. Avant de commencer, on crée un compte MindSphere en se rendant tout d'abord sur le site de MindSphere et en fournissant les informations nécessaires.
2. Pour préparer le matériel, on veille à disposer des accessoires nécessaires et à bénéficier d'une connexion internet stable. Ensuite, on procède à la configuration initiale en reliant l'appareil au réseau local à l'aide d'un câble Ethernet sur le port dédié x1p1 (voir Figure 4.3).



Figure 4.3 : Connexion Ethernet au port X1P1 du MindConnect Nano

3. Pour établir la connexion initiale du MindConnect Nano à MindSphere, on suit ces étapes : on clique sur "Asset Manager", puis on sélectionne "View your assets". Ensuite, on clique sur "Create asset". On spécifie le type d'actif comme étant "MindConnect Nano" et on nomme cet actif "Field_MindConnect". Cette procédure permet de créer correctement notre actif (voir Figure4.4).

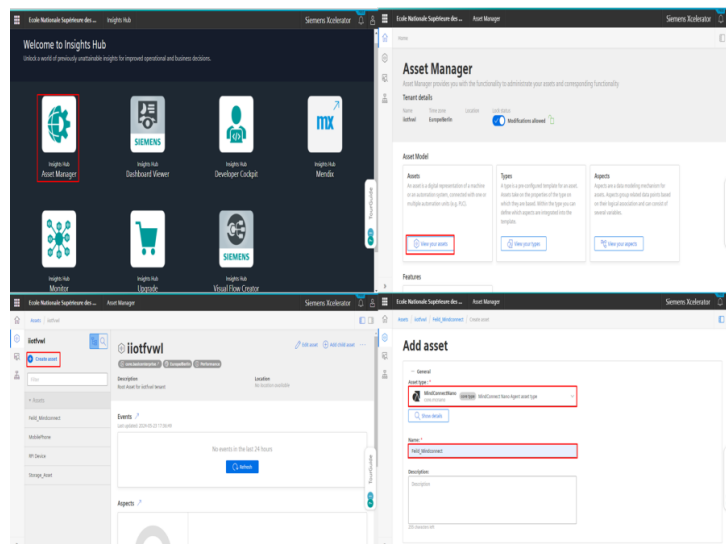


Figure 4.4 : Création d'un nouvel actif MindConnect Nano

4. Pour configurer notre MindConnect Nano et établir une connectivité avec Insights Hub, on saisit le pays et l'ID unique du MindConnect Nano, que l'on peut obtenir à partir de la plaque signalétique située sur son panneau arrière.
5. La configuration réseau du MindConnect Nano nécessite des informations sur les interfaces Ethernet pour l'acquisition de données, PLC via l'interface X2P1 et pour MindSphere via l'interface X1P1. Pour ce faire, dans l'interface Web, on peut trouver deux options pour configurer l'accès du MindConnect à Internet. On peut soit insérer une adresse IP statique, soit utiliser le DHCP. Pour simplifier les choses, on peut utiliser le DHCP afin que l'interface X1P1 obtienne automatiquement une adresse IP attribuée par le routeur, plutôt que de la configurer manuellement.

Pour la connexion au PLC, dans "Production Interface", deux options sont également disponibles pour configurer le réseau où se trouve le PLC : une adresse IP statique ou l'utilisation du DHCP si un serveur DHCP est disponible dans le réseau de l'usine. Pour notre projet, nous optons pour une adresse IP statique, en nous assurant que les adresses de l'interface de l'automate et du MindConnect sont dans le même sous-réseau (voir Figure 4.5).

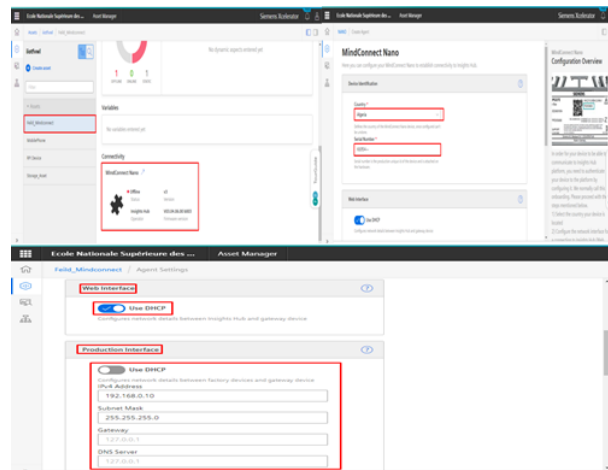


Figure 4.5 : Configuration réseau des interfaces Ethernet du MindConnect Nano : X1P1 et X2P1

La Figure 4.6 montre la configuration de l'adresse IP pour le PLC dans TIA Portal.

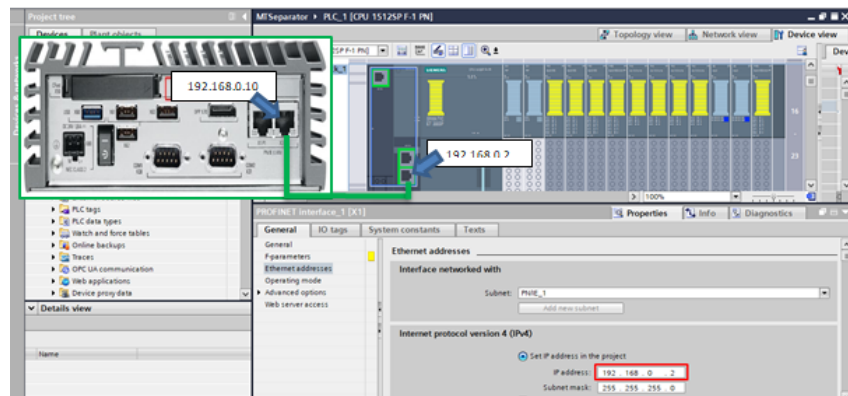


Figure 4.6 : Configuration de l'Adresse IP pour le PLC dans TIA Portal

6. Pour permettre à l'automate de communiquer avec MindConnect Nano, nous activons l'option "Permit access with PUT/GET communication from remote partner" du PLC à TIA PORTAL. Cette configuration établit une connexion sécurisée pour l'échange de données. Ainsi, l'automate peut envoyer et recevoir des informations via des requêtes PUT et GET (voir Figure 4.7).

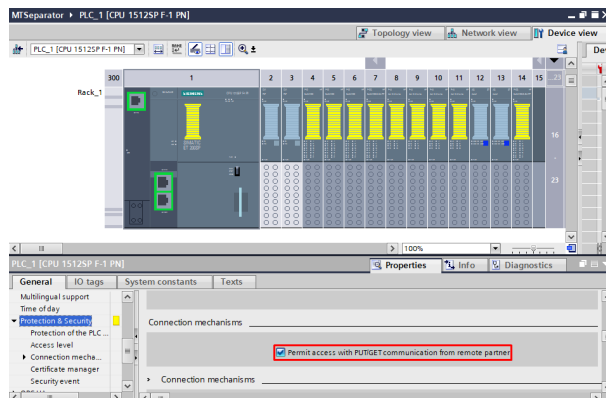


Figure 4.7 : Activation de l'accès PUT/GET sur le PLC

7. On a téléchargé le fichier de configuration de MindConnect et on l'a copié sur une clé USB formatée en FAT ou FAT32. On a assuré que la clé USB ne contient que le fichier de configuration.
8. Une fois ces étapes réalisées, nous alimentons l'appareil en 24 VDC et on a inséré la clé USB contenant les données de configuration de l'actif dans le port USB (X63) de MindConnect Nano. MindConnect Nano reconnaît la configuration USB et la LED "RUN/STOP /L1" s'allume en ORANGE pendant la configuration. Le statut "Onboarding" dans "Asset Manager" sera affiché en orange pendant un court moment. MindConnect Nano reçoit la configuration depuis l'USB et la déploie. La LED "RUN/STOP /L1" clignotera d'abord en VERT puis passera à un VERT constant.(voir Figure 4.8).



Figure 4.8 : LED de statut du MindConnect Nano pendant la configuration

9. Enfin, on met à jour le Firmware et on voit que MindConnect est Onboarded et online (voir Figure 4.9).[3]

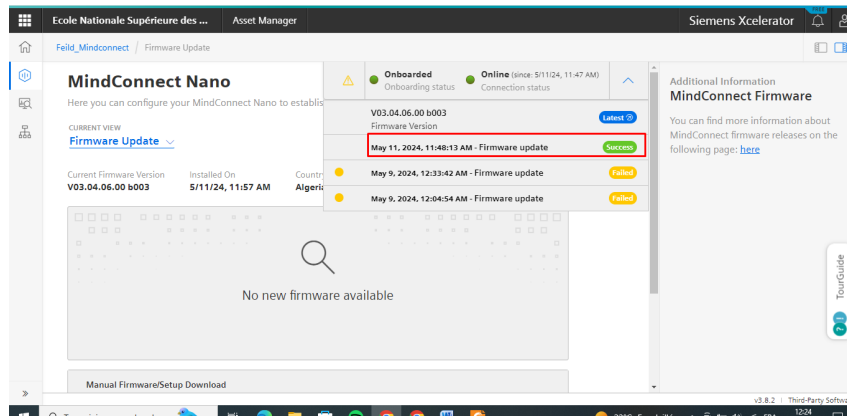


Figure 4.9 : Mise à jour du firmware et statut d'onboarding du MindConnect Nano

4.7 Préparation des données de séparateur à publier dans le Cloud MindSphere

Dans TIA Portal, nous avons créé un bloc de données globales (DB29) et défini les paramètres nécessaires pour les transférer à MindSphere. Les paramètres incluent les débits de gaz, d'eau et de pétrole, ainsi que les pourcentages correspondants pour chacun de ces fluides. La configuration de ce bloc de données est illustrée dans la Figure 4.10.

The screenshot shows the TIA Portal software interface for configuring a global data block (DB29) for MindSphere. The table below represents the data block configuration:

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Supervision
Static									
Gaz_Flow_71-FIT-1001	Real	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Water_Flow_71-FIT-1...	Real	4.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oil_Flow_71-FIT-1003	Real	8.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pourcentage_Gaz	Real	12.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pourcentage_Water	Real	16.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pourcentage_Oil	Real	20.0	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 4.10 : Bloc de données globales (DB29) avec les paramètres de débit et de pourcentage

Nous avons assuré que le bloc de données n'est pas optimisé en décochant l'option "Optimized block access". La procédure de désactivation est représentée dans la Figure 4.11.[23]

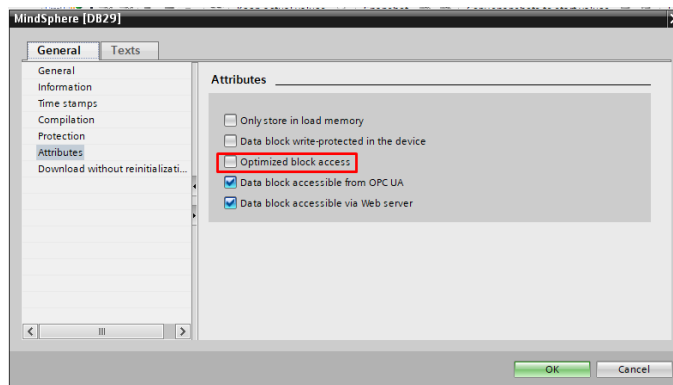


Figure 4.11 : Désactivation de l'option "Optimized block access"

4.8 Configuration des variables, aspects, types et actifs

Pour utiliser les données de notre MindConnect dans MindSphere, on a créé des aspects et des variables dans Asset Manager.

Les aspects sont des données préconfigurées combinées, formant le contexte pour l'évaluation des processus industriels. Un aspect peut se composer de plusieurs variables. Dans le cadre du processus industriel, les actifs transfèrent les aspects sous forme de données de séries temporelles dans MindSphere.

Dans Asset Manager, il est possible de créer des types d'aspects. Les types d'aspects sont des modèles préconfigurés pour les aspects. L'avantage des types d'aspects est de permettre l'utilisation d'un type pour plusieurs actifs.

Nous avons effectué les étapes suivantes pour la création des variables, aspects, types et actifs :

1. Dans "Aspect Types", nous avons créé deux aspects : "flow_data" et "Pourcentage_efficiency". Pour "flow_data", nous avons défini les variables Gaz_flow, Oil_flow, et Water_flow, en spécifiant l'unité kg/h et le type de données DOUBLE. Pour "Pourcentage_efficiency", nous avons défini les variables pourcentage_gaz, pourcentage_oil, et pourcentage_water, en spécifiant l'unité % et le type de données DOUBLE. Pour créer ces aspects, nous avons cliqué sur "Create aspect", saisi le nom de l'aspect, ajouté les variables et spécifié leurs unités respectives (voir Figure 4.12).

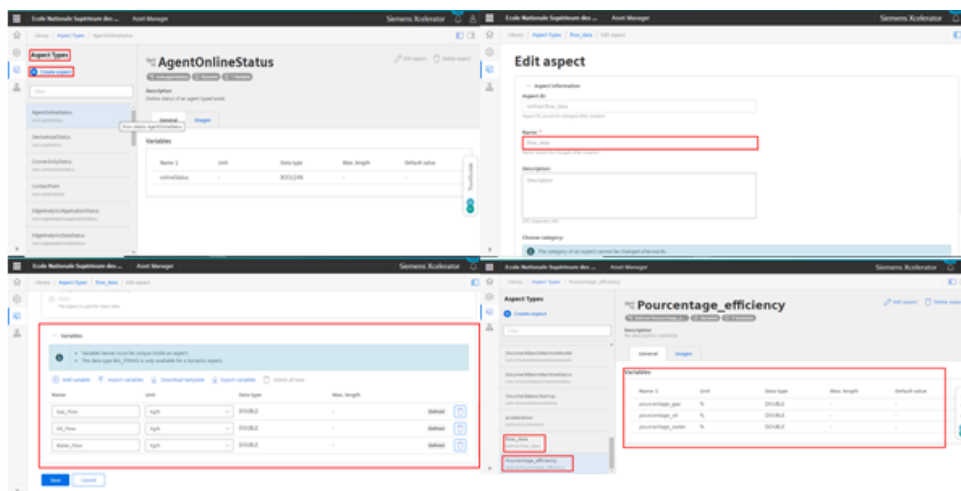


Figure 4.12 : Création des aspects avec les variables et unités respectives

2. Dans "Basic Asset", nous avons créé un type actif "flow_transmitter" qui contient les deux aspects que nous avons déjà créés. En cliquant sur "Create type", nous avons saisi le nom de ce type et ajouté les deux aspects précédemment créés (voir Figure 4.13).

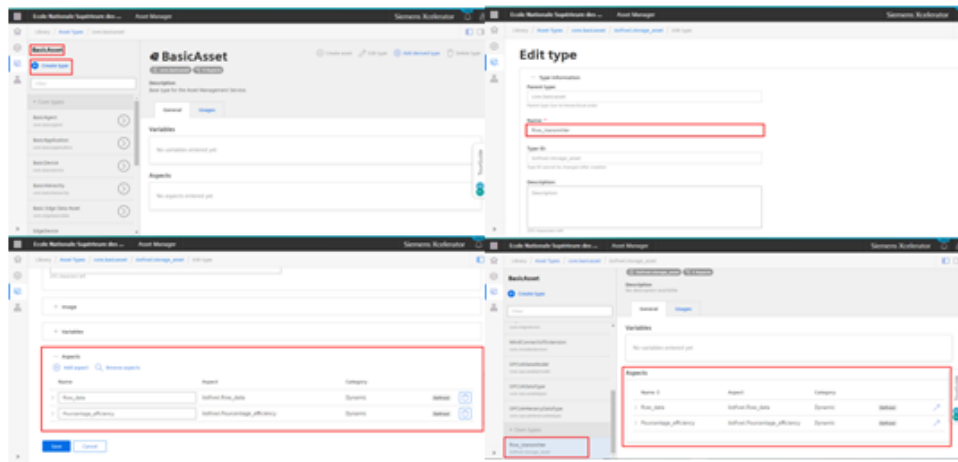


Figure 4.13 : Création du type actif avec les aspects définis

3. Dans "Asset Manager", nous avons créé un nouvel actif "Storage_Asset". En cliquant sur "Create Asset", nous avons choisi le type d'actif que nous avons déjà créé "flow_transmitter", et saisi le nom de l'actif (voir Figure 4.14).[23]

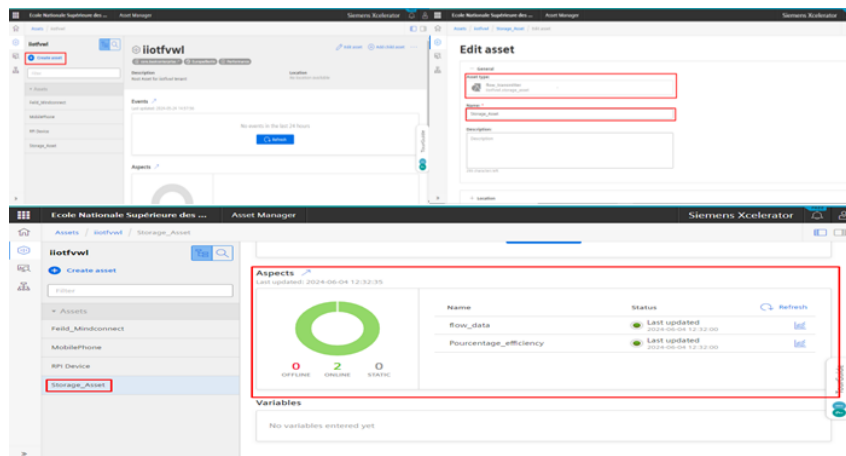


Figure 4.14 : Création du nouvel actif dans Asset Manager

4.9 Configuration de la source de données et des points de données

Pour recevoir les données de notre MindConnect, nous devons ajouter une source de données. La source de données spécifie le protocole et le cycle de lecture utilisés pour transférer les données de notre automate vers le MindConnect. Nous devons saisir l'adresse IP de l'automate au sein de notre réseau dans la source de données.

Un point de données est une valeur mesurable d'un actif qui peut être représentée numériquement et graphiquement. Nous avons ajouté des points de données à une source de données pour collecter les données. Ensuite, il est nécessaire de lier les points de données de la source de données aux variables respectives d'un aspect.

Voici les étapes que nous avons suivies pour la création de la source de données et des points de données :

1. Dans "Datasource Configuration", nous avons créé une nouvelle source de données en cliquant sur "Add New DataSource". Nous avons sélectionné le protocole S7 et saisi l'adresse IP de l'automate ainsi que le cycle de lecture.
2. Nous avons cliqué sur "Add Datapoint" pour ajouter des points de données. Nous avons saisi les données que nous souhaitons recevoir via l'automate et nous nous sommes assuré que les noms et les adresses des données correspondent à ceux du bloc de données globales dans l'automate.
3. Finalement, nous avons lié chaque point de données avec sa variable correspondante dans MindSphere, qui avait déjà été créée.[23]

La figure 4.15 montre la création de la source de données et l'ajout des points de données.

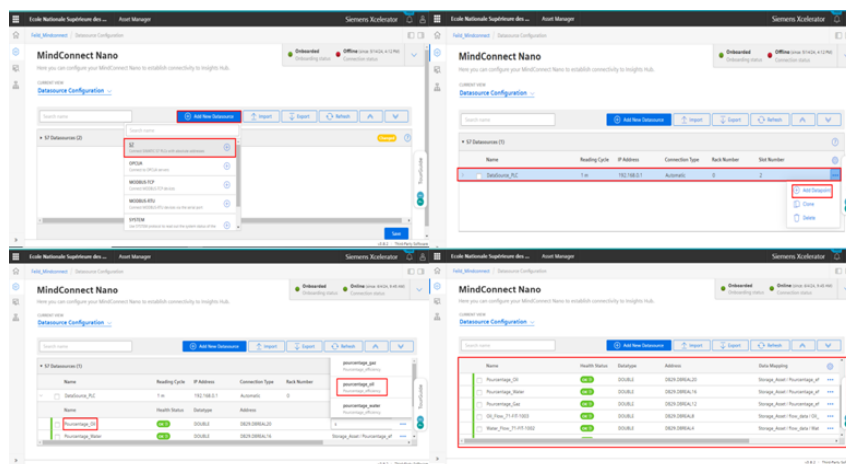


Figure 4.15 : Création de la source de données et ajout des points de données

4.10 Analyse visuelle des actifs dans Fleet Manager

L'analyse visuelle de nos actifs offre une perspective d'ensemble sur la surveillance des données des actifs sélectionnés dans Fleet Manager. Nous avons préalablement configuré ces actifs dans Asset Manager, ce qui facilite la visualisation et l'interprétation des données pertinentes.[23]

La figure 4.16 illustre l'interface de visualisation des données. Cette interface permet de suivre en temps réel les débits de gaz, de pétrole et d'eau, ainsi que leurs pourcentages respectifs dans le système de séparateur de test. Les graphiques et les indicateurs visuels fournissent des informations précieuses sur les performances et l'efficacité du système de production de gaz et de pétrole. En surveillant ces données, les informations présentées dans le dashboard vont aider les gestionnaires à prendre des décisions éclairées, permettant d'identifier rapidement les variations anormales et d'effectuer les ajustements nécessaires pour maintenir une opération optimale.

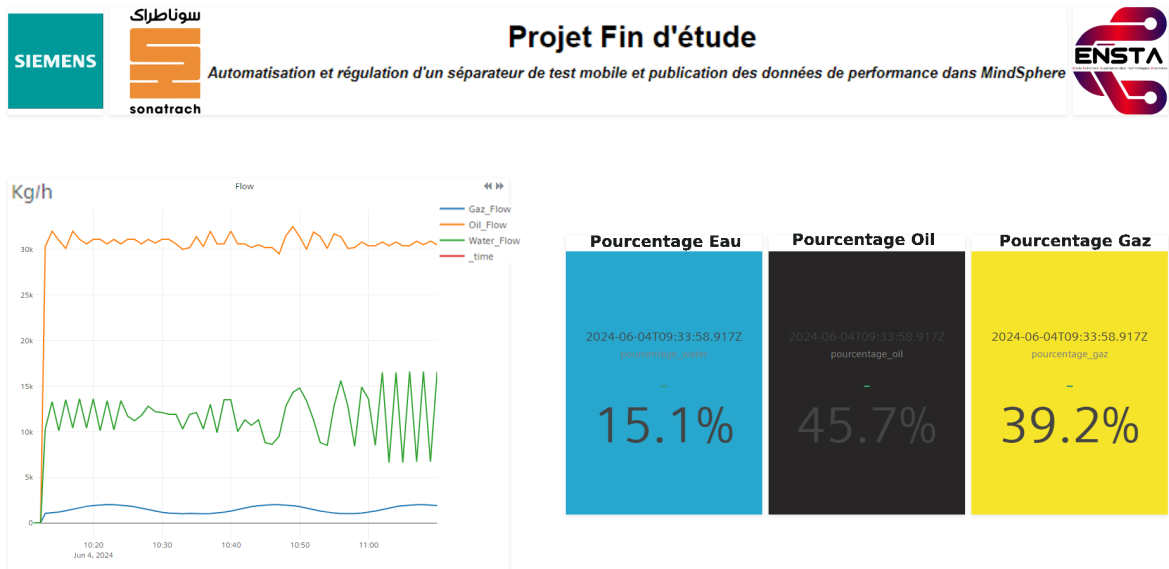


Figure 4.16 : Interface de visualisation des données dans MindSphere

4.11 Conclusion

L'intégration de MindConnect Nano avec la plateforme MindSphere de Siemens représente une avancée significative dans la gestion et l'optimisation des opérations industrielles grâce à l'IIoT. En détaillant les étapes de préparation, de configuration et de déploiement, ce chapitre montre comment les industries peuvent connecter de manière sécurisée leurs équipements au cloud, collecter et analyser les données en temps réel pour une prise de décision éclairée. La structuration des données en actifs et aspects permet une organisation logique et efficace des informations, facilitant ainsi leur gestion et leur exploitation.

L'accès à ces données publiées à n'importe quel endroit du monde permet une supervision de haut niveau, offrant une vue globale et en temps réel des performances et des conditions des actifs, indépendamment de leur localisation. Cette solution fournit aux industries les moyens d'améliorer continuellement leurs performances opérationnelles, renforçant ainsi leur compétitivité sur le marché.

Conclusion générale

Ce projet a porté sur l'automatisation d'un séparateur de test triphasique, intégrant des technologies avancées telles que le PLC ET200SP, des modules de sécurité, une interface homme-machine (IHM) intuitive et la plateforme IIoT MindSphere de Siemens. La mise en œuvre a inclus la conception, la programmation, la configuration des systèmes, ainsi que l'intégration de la connectivité cloud pour une surveillance et une analyse des données en temps réel. Les contributions du projet comprennent une automatisation efficace avec des fonctionnalités de sécurité intégrées, une supervision en temps réel via une IHM conviviale, et une connectivité IoT pour une gestion optimisée des données industrielles. Les résultats obtenus démontrent l'efficacité de l'intégration des technologies d'automatisation et de l'IIoT pour améliorer la performance opérationnelle et réduire les temps d'arrêt. En perspective, l'intégration de technologies d'intelligence artificielle pour une analyse prédictive, l'application de la solution à d'autres équipements industriels et le développement de nouvelles applications sur MindSphere permettront d'améliorer continuellement les performances opérationnelles et de renforcer la compétitivité des entreprises sur le marché.

Bibliographie

- [1] Siemens Algérie. (2021) Systèmes de bus pour les applications industrielles. Consulté le : 12 mai 2024. [Online]. Available : <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:7aa58d7e036b72ff5fef91ae14dcec6e45dc6b6e/b2s-algerie-web-fr.pdf>
- [2] Sonatrach. (2018) Oil and gas map of algeria. Consulté le : 11 février 2024. [Online]. Available : https://sonatrach.com/wp-content/uploads/2018/10/Oil__Gas_map_of_Algeria_2018.jpg
- [3] Siemens, *MindSphere with MindConnect Nano and MindConnect IoT2040: Getting Started*, August 2017, https://cache.industry.siemens.com/dl/files/499/109483499/att_928057/v1/201708_Manual_MindSphere_GettingStarted_en.pdf.
- [4] TOTAL, *Les Équipements - Les Séparateurs*, TOTAL, 2024, manuel de Formation, Cours EXP-PR-EQ080, Révision 0.1. [Online]. Available : <https://pdfcoffee.com/totalles-separateurspdf-2-pdf-free.html>
- [5] K. Arnold and M. Stewart, *Surface Production Operations, Volume 1: Design of Oil Handling Systems and Facilities*, 3rd ed. Burlington, MA : Gulf Professional Publishing, 2008, page 155. [Online]. Available : https://www.academia.edu/31686267/Ken_Arnold_Surface_Production_Operations_Volume_1_3rdE
- [6] P. Systems. (2024) Séparateur triphasique de production – in amenas sonatrach-dp. Consulté le 2 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.ps-france.com/references/sonatrach-dp/attachment/sonatrach-dp-2>
- [7] KASRAVAND, “Test separators,” 2024, accessed : 2024-06-01. [Online]. Available : <https://www.kasravand.com/index.php/separatoers/separators/test-separators#:~:text=The%20test%20separator%20is%20fitted%20with%20a%20deflector%20plate%20C%20coalescing,the%20flow%20rate%20measurement%20accuracy.>
- [8] Sonatrach HASSI BIR REKAIZ, “Operating and maintenance manual for mobile test separators,” PTT Exploration and Production Public Company Limited, Tech. Rep., 2022, hBR-01-TSP-GEN-MNL-0002_A2.
- [9] GATT. (2024) Cira1 - 2) capteurs. Consulté le : 10 mai 2024. [Online]. Available : [http://gatt.fr/CIRA/Cours/Instrum/CIRA1%20-%202\)%20Capteurs.pdf](http://gatt.fr/CIRA/Cours/Instrum/CIRA1%20-%202)%20Capteurs.pdf)

- [10] B. Dictionary. (2024) Sensor. Consulté le : 12 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.britannica.com/dictionary/sensor>
- [11] INERIS. (2024) La certification atex (atmosphères explosibles). Consulté le : 12 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.ineris.fr/fr/certification-atex>
- [12] Sonatrach HASSI BIR REKAIZ, “Control narrative description for mobile test separators,” PTT Exploration and Production Public Company Limited, Tech. Rep., 2020, hBR-01-TSP-INS-PHI-0002_A6.
- [13] P. Exploration and P. P. C. Limited, “Hassi bir rekaiz field development phase 1: Cause & effect diagram for mobile test separators,” Sonatrach, Tech. Rep. HBR-01-TSP-INS-ESD-0001_B1, November 2020.
- [14] Siemens AG, *ET 200MP / ET 200SP : Instructions de communication PtP utilisées avec périphérie décentralisée d’un S7-300/400*, 2013, manuel de programmation. [Online]. Available : https://cache.industry.siemens.com/dl/files/220/69124220/att_109944/v1/s7300400_cm_ptp_programming_manual_fr-FR_fr-FR.pdf
- [15] A. Basics. (2024) La cpu (unité centrale de traitement) dans les automates programmables. Consulté le : 14 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.automationbasics.com/plc-cpu-definition>
- [16] Siemens, *Fiche technique : SIMATIC DP, CPU 1512SP F-1 PN pour ET 200SP*, 2024, consulté le : 12 mai 2024. [Online]. Available : <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ES7512-1SK01-0AB0>
- [17] ——. (2024) Tia portal (totally integrated automation portal). Consulté le : 14 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.siemens.com/fr/fr/produits/automatisation-entrainements/logiciel-industriel/automation-software/tia-portal.html>
- [18] S. SPA, *Document de formation MICRO1-MICRO2*, 2024, document de formation fourni lors du stage à Siemens SPA.
- [19] Siemens AG, *SCALE_X (Scale) and NORM_X (Normalize)*, 2020, technical Manual. [Online]. Available : <https://support.industry.siemens.com/dokumentation/pdf/topicdownload.topicpdf.aspx?docversionid=62121591435&topicid=59852219403&lang=en>
- [20] Siemens AG, *PID control with PID_Compact*, 2020, version 2.0. [Online]. Available : https://cache.industry.siemens.com/dl/files/401/100746401/att_984768/v1/100746401_S71x00_PidCompact_DOC_V2.0_en.pdf
- [21] Siemens AG, *How do you establish MODBUS-RTU communication?*, 2018, fAQ 04/2018. [Online]. Available : https://cache.industry.siemens.com/dl/files/141/47756141/att_949029/v1/47756141_Description.pdf

- [22] *SIMATIC Safety - Configuration et programmation*, Siemens, 2022, manuel de programmation et d'utilisation. [Online]. Available : https://cache.industry.siemens.com/dl/files/126/54110126/att_915537/v2/ProgFAILenUS_en-US.pdf
- [23] Siemens, *MindSphere : Getting Connected to MindSphere*, February 2019, <https://netmarket.oss.aliyuncs.com/5c42a286-2009-4eab-9f4a-1239daa9cc01.pdf>.
- [24] K. Kuebler, "Magnetic level indicators / gauges model bna," KSR Kuebler, Tech. Rep., 2022, technical Datasheet. [Online]. Available : https://www.avemar.cz/UserFiles/katalogove_listy/BNA_EN.pdf
- [25] I. H. Fouzi, "Photo prise sur le site du projet," 2024, photo prise par l'encadrant sur le site du projet.
- [26] B. Blog. (2024) Sondes de température pt100 : ce qu'il faut savoir. Consulté le : 7 mai 2024. [Online]. Available : <https://blog.beamex.com/fr/sondes-de-temperature-pt100-ce-quil-faut-savoir>
- [27] Emerson. (2024) Guide condensé : Sondes rosemount™. Consulté le : 11 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.emerson.com/documents/automation/guide-condens%E9-sondes-rosemount-0065-0185-fr-fr-78330.pdf>
- [28] Emerson. (2022) Fiche de spécifications 00813-0203-2654, rev mb juillet 2022 sondes de température et puits thermométriques de type din rosemount™ (métriques). Consulté le : 16 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.emerson.com/documents/automation/fiche-de-sp%E9cifications-sondes-de-temp%E9rature-et-puits-thermom%E9triques-de-type-din-rosemount-m%E9triques-fr-fr-88932.pdf>
- [29] Emerson. (2019) Product data sheet 00813-0100-4728, rev ue february 2019 rosemount™ 644 temperature transmitter. Consulté le : 14 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-644-temperature-transmitter-en-73332.pdf>
- [30] Emerson. (2021) Product data sheet 00813-0100-4690, rev qb october 2021 rosemount™ 2088 absolute and gauge pressure transmitter. Consulté le : 7 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-2088-absolute-gage-pressure-transmitter-en-73236.pdf>
- [31] F. Electric. (2024) Capteur de pression : définition. Consulté le : 9 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.fujielectric.fr/blog/capteur-de-pression-definition/#:~:text=Capteur%20de%20pression%20capacitif&text=Ces%20capteurs%20fonctionnent%20selon%20le,de%20pression%20est%20la%20membrane.>
- [32] Emerson. (2023) Fiche de spécifications 00813-0103-4001, rev we avril 2023 transmetteur de pression rosemount™ 3051. Consulté le : 13 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.emerson.com/documents/automation/fiche-de-sp%E9cifications-transmetteur-de-pression-rosemount-3051-fr-fr-73184.pdf>

- [33] WIKA, *Fiche technique : Manomètre à tube manométrique, acier inox pour l'industrie du process, version standard Types 232.50, 233.50, diamètres 63 [2 ½"], 100 [4"] et 160 [6"]*, 2024, consulté le : 13 mai 2024. [Online]. Available : https://www.wika.com/media/Data-sheets/Pressure/Pressure-gauges/ds_pm0202_fr_fr.pdf
- [34] Instrumia. (2024) Fiche technique série f. Consulté le : 8 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.instrumia.com/web/upload/iitem-pdf/1507039528-fiche-technique-serie-f.pdf>
- [35] Emerson, *Installation Manual MMI-20027478, Rev AC December 2014 Micro Motion® Model 5700 Transmitters*, 2014, consulté le : 10 mai 2024.
- [36] Emerson. (2023) Fb1100 product data sheet d301781x012 june 2023. Consulté le : 17 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.emerson.com/documents/automation/fb1100-flow-computer-en-10077774.pdf>
- [37] Festo. (2024) Actionneur pneumatique avec de nombreuses variantes. Consulté le : 11 mai 2024. [Online]. Available : <https://press.festo.com/fr/industry-segments/actionneur-pneumatique-avec-de-nombreuses-variantes>
- [38] Wikipedia. (2024) Shutdown valve. Consulté le : 7 mai 2024. [Online]. Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Shutdown_valve
- [39] F. Valves. (2024) Trunnion mounted ball valves. Consulté le : 15 mai 2024. [Online]. Available : <https://fluid-valves.com/trunnion-mounted-ball-valves/>
- [40] Tameson. (2024) What is a trunnion ball valve? Consulté le : 14 mai 2024. [Online]. Available : <https://tameson.com/pages/what-is-a-trunnion-ball-valve>
- [41] G. Valve. (2024) Floating ball valves vs. trunnion ball valves. Consulté le : 13 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.geminivalve.com/floating-ball-valves-vs-trunnion-ball-valves/>
- [42] LESER, "High performance flanged safety relief valves series 441 full nozzle series 458," 2024, consulté le : 9 mai 2024.
- [43] Deltafluid. (2024) Orifices de restriction. Consulté le : 20 mai 2024. [Online]. Available : <https://www.deltafluid.fr/fr/categorie/orifices-de-restriction>
- [44] Snow Mühendislik. (2024) Heat tracing ve isi İzleme sistemleri. Consulté le : 20 mai 2024. [Online]. Available : <https://snowmuhendislik.com/heat-tracing-ve-isi-izleme-sistemleri/>
- [45] Siemens, *SIMATIC ET 200SP Module d'entrées TOR F-DI 8x24VDC HF 6ES7136-6BA01-0CA0*, 2022, consulté le : 13 mai 2024. [Online]. Available : https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109803402/et200sp_f-di_8x24vdc_hf_manual_fr-FR_fr-FR.pdf

Bibliographie

- [46] Siemens, *SIMATIC ET 200SP Module de sorties TOR F-DQ 8x24VDC/0.5A PP HF 6ES7136-6DC00-0CA0*, 2022, consulté le : 13 mai 2024. [Online]. Available : https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109747998/et200sp_f_dq_8x24vdc_0_5a_pp_hf_manual_en-US_en-US.pdf
- [47] Siemens, *SIMATIC ET 200SP Module d'entrées analogiques F-AI 4xI 2-/4-wire HF 6ES7136-6AA00-0CA1*, 2022, consulté le : 14 mai 2024. [Online]. Available : https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/109758121/et200sp_f_ai_4xi_04_20mA_2_4_wire_hf_manual_en-US_en-US.pdf
- [48] Siemens, *SIMATIC HMI TP1500 Comfort Outdoor, Comfort Panel*, 2022, consulté le : 14 mai 2024. [Online]. Available : <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6AV2124-0QC13-0AX0>

Annexe A

Systeme d'instrumentation de séparateur 71V-1001

A.1 Mesure de niveau

1. **Transmetteur de niveau de type magnétostrictif** : Dont le mode de fonctionnement est Le processus de mesure est déclenché par une impulsion de courant, générant ainsi un champ magnétique circulaire le long d'un fil en matériau magnétostrictif fixé à l'intérieur du tube de guidage. À l'endroit de la mesure, un flotteur équipé d'aimants permanents agit comme un transducteur de position. L'interaction entre ces champs magnétiques provoque une onde de torsion mécanique dans le fil, convertie ensuite en un signal électrique par un convertisseur piézo-céramique situé à l'extrémité du fil dans le boîtier du capteur. En mesurant le délai de propagation, il est possible de déterminer avec précision l'origine de l'onde mécanique, et donc la position du flotteur. La figure A.1 illustre ce Transmetteur de niveau.

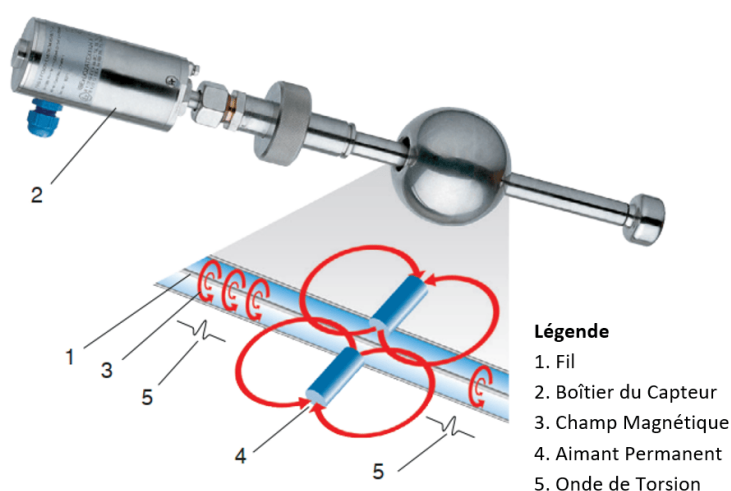


Figure A.1 : Transmetteur de niveau magnétostrictif

Les caractéristiques techniques du transmetteur sont résumées dans le tableau A.1, et les transmetteurs existants dans le séparateur 71V-1001 sont listés dans le tableau A.2.

Tableau A.1 : Caractéristiques du Transmetteur de niveau WIKA

Marque	WIKA
Référence	WIKA-FFG-P.22H20D-UTT3L-XXX
Plage de mesure	0-XXX mm
Signal de sortie	4-20 mA
Tension d'alimentation	24 VDC
Précision	< 0.1 mm
Certificats	ATEX
Pression	0-100 bar
Température	-60 – 185 °C
Indice de Protection	IP66/IP68

Tableau A.2 : Tags des Transmetteurs existants

Tags des capteurs qui existent	XXX
71-LIT-1001	700 mm
71-LIT-1002	300 mm
71-LIT-1005	900 mm
71-LIT-1006	500 mm
71-LIT-1007	400 mm
71-LIT-1008	700 mm

2. **Jauge de niveau type magnétique** : Un indicateur de niveau magnétique est un type d'instrument de mesure de niveau qui utilise les principes de la flottabilité et du couplage magnétique pour déterminer le niveau de liquide à l'intérieur d'une cuve ou d'un réservoir. Il se compose d'un flotteur contenant un aimant, qui monte et descend avec le niveau de liquide, et d'un indicateur externe contenant un capteur de champ magnétique. Lorsque le flotteur se déplace, il affecte le champ magnétique détecté par le capteur, qui est ensuite converti en une indication visuelle du niveau de liquide.[24]

Les caractéristiques techniques de la jauge sont résumées dans le tableau A.3, et les jauges existantes dans le séparateur 71V-1001 sont listées dans le tableau A.4.

Tableau A.3 : Caractéristiques de la jauge de niveau KSR [24]

Marque	kSR Kuebler groupe de WIKA
Référence	BNA - 2" 900LB/RF - M XXX - S 65x3.5 - MRA/SVC- 2/MAE - ZTS300/92/110/760
Plage de mesure	0-XXX
Certificats	ATEX
Pression	Max. 400 bar
Température	-30 °C to +70 °C
Indice de Protection	IP65

Tableau A.4 : Tags des capteurs existants

Tags des capteurs qui existent	XXX
72-LG-1003	700 mm
72-LG-1004	400 mm

La figure A.2 montre les différents transmetteurs de niveau existants sur le séparateur 71V-1001.

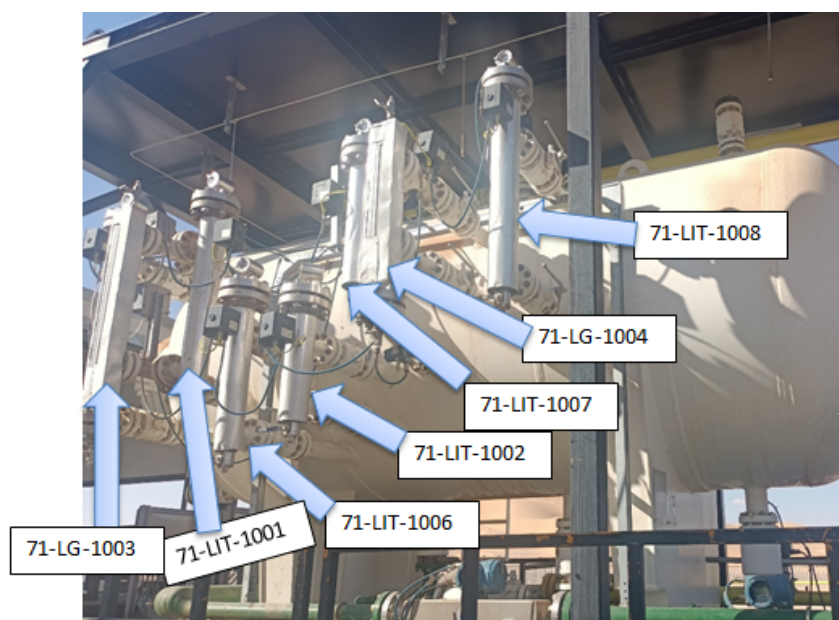


Figure A.2 : Transmetteurs de niveau existants sur le séparateur 71V-1001 [25]

A.2 Mesure de température

1. Capteur de température : (TE-1001: monté sur le pipe de Gaz)

La sonde PT100 (figure A.3) fonctionne sur le principe de la variation de résistance électrique du platine en fonction de la température. Cette variation est linéaire et régulée par la température. À 0°C, la résistance typique est de 100 ohms. Lorsque la température augmente, la résistance augmente également de façon prévisible. Cette variation est mesurée à l'aide d'un circuit électronique qui convertit la résistance en une valeur de température. La précision de la mesure dépend de la stabilité et de la précision du circuit de mesure. [26]



Figure A.3 : Sonde à résistance Rosemount Emerson 65 [27]

Les Caractéristiques techniques : (4fils)

Les caractéristiques techniques de la sonde sont résumées dans le tableau A.5.

Tableau A.5 : les caractéristiques du Rosemount Emerson 65(TE-1001) [28]

Marque	Emerson
Référence	RoseMount0065D31N0000D0075T46TB
Plage de mesure	-50 – 450 °C
Signal de sortie	Résistance Ohm
Précision	±0,15 °C
Certificats	ATEX
Indice de Protection	IP66/68
Longueur d'immersion	75 mm

2. Capteur de température TE-1003: monté sur le réservoir (séparateur)

Les caractéristiques techniques de ce capteur sont résumées dans le tableau A.6.

Tableau A.6 : les caractéristiques Rosemount Emerson 65(TE-1003) [28]

Marque	Emerson
Référence	RoseMount0065N31N0000D0225T46E1XA
Plage de mesure	-50 – 450 °C
Signal de sortie	Résistance Ohm
Précision	± 0,15 °C
Certificats	ATEX
Indice de Protection	IP66/68
Longueur d'immersion	225 mm

3. **Transmetteur de température TIT-1001/1003:** Un transmetteur de température (figure A.4) mesure la variation de résistance de la sonde en fonction de la température. Il convertit ensuite cette résistance en une valeur numérique de température, la conditionne pour assurer la précision et la fiabilité, puis transmet le signal vers les modules d'entrée analogiques de l'automate. Ce signal est converti en une plage de courant 4-20 mA pour une transmission fiable sur de longues distances et une intégration aisée avec les systèmes de contrôle industriels.



Figure A.4 : transmetteur de température RoseMount 644 [25]

Les caractéristiques techniques du transmetteur sont résumées dans le tableau A.7.

Tableau A.7 : caractéristiques de transmetteur rosemount644 [29]

Marque	Emerson
Référence	RoseMount644HAE1XAJ6M5
Signal d'entrée	RTD Ohm
Signal de sortie	4-20 mA
Affichage	Ecran LCD
Tension d'alimentation	24 VDC
Précision	$\pm 0,15$ °C
Certificats	ATEX
Indice de Protection	IP66/68

A.3 Mesure de pression

1. **Transmetteur de pression : PIT-1002/1009** Les Transmetteurs piézorésistifs reposent sur des matériaux appelés piézorésistifs, qui modifient leur résistance électrique sous l'effet d'une contrainte mécanique. Sous pression, ces capteurs déforment le matériau piézorésistif, altérant sa structure cristalline et, par conséquent, sa résistance électrique. Cette variation de résistance est mesurée par un circuit électrique intégré, souvent un pont de Wheatstone. La modification de résistance est alors convertie en un signal électrique proportionnel à la pression, La figure A.5 montre un Transmetteur de pression RoseMount 2088 et le tableau A.8 présente ses caractéristiques.



Figure A.5 :
Transmetteur de
pression RoseMount
2088 [30]

Tableau A.8 : Caractéristiques du Transmetteur de pression
RoseMount 2088 (PIT-1002/1009) [30]

Marque	Emerson
Référence	RoseMount 2088G4S22A1M5B4EDHR5
Technologie de mesure	Capteur piézorésistif
Signal de sortie	4-20 mA
Plage de Mesure	-1.01 – 275.8 bar
Affichage	Ecran LCD
Tension d'alimentation	24 VDC
Précision	± 0.065 %
Certificats	ATEX
Température Ambiante	-40 – 85 °C
Indice de Protection	IP66/68

2. Transmetteur de pression différentielle : PDIT1003

Le transmetteur Coplanar est équipé d'un capteur capacitif, fonctionnant selon le principe de la capacité, pour mesurer la pression appliquée. La capacité représente la capacité de deux conducteurs à stocker une charge électrique. Dans un capteur de pression capacitif, la membrane agit en tant que récepteur de la pression mesurée. Lorsqu'une pression est exercée sur la surface de la membrane, sa déformation altère la distance entre deux capacités via un liquide de remplissage. Cette variation de capacité peut être mesurée et convertie en un signal numérique.[31] La figure A.6 montre le Transmetteur de pression différentielle RoseMount 3051 et le tableau A.9 présente ses caractéristiques.

Tableau A.9 : Caractéristiques du Transmetteur de pression
différentielle RoseMount 3051 [32]



Figure A.6 : Transmetteur
de pression différentielle
RoseMount 3051 [32]

Marque	Emerson
Référence	RoseMount 3051CD3A22A1BB4E8M5Q4D4HR5
Technologie de mesure	Capteur capacitif
Signal de sortie	4-20 mA
Plage de Mesure	-2.48 à 2.48 bar
Affichage	Ecran LCD
Tension d'alimentation	24 VDC
Précision	± 0.14%
Certificats	ATEX
Température Ambiante	-40 – 85 °C
Indice de Protection	IP66/68

La figure A.7 illustre le Transmetteur de pression différentielle 71PDIT-1003 dans le séparateur 71V-1001.

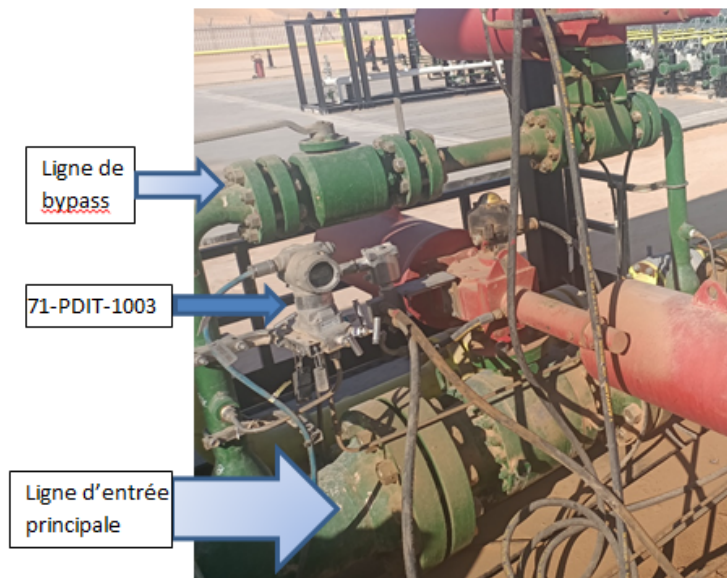


Figure A.7 : Photo réelle du Transmetteur de pression différentielle 71PDIT-1003 [25]

3. **Manomètre à tube manométrique** : Les manomètres à tube manométrique mesurent la pression par l'intermédiaire d'un tube qui transmet directement cette pression à l'aiguille. À l'intérieur du boîtier se trouve un tube incurvé dans lequel le fluide pénètre, provoquant ainsi l'étirement de ce tube, appelé tube manométrique. Cette déformation est ensuite transmise au mécanisme de l'instrument par l'intermédiaire d'une liaison et d'un segment denté, et affichée sur le cadran sous la forme d'une déviation correspondante. La figure A.8 montre un manomètre à tube manométrique WIKA et le tableau A.10 présente ses caractéristiques. [33]



Tableau A.10 : Caractéristiques du manomètre WIKA [33]

Marque	WIKA
Référence	WIKA - 233.50.100
Plage de mesure	0-100 bar
Matériau	Acier inox 1.4404 (316L)

Figure A.8 : Manomètre à tube manométrique WIKA [33]

A.4 Mesure de débit

1. Transmetteur de débit : FIT-1002/1003

Le principe de fonctionnement d'un débitmètre massique Coriolis repose sur l'effet Coriolis (voire figure A.10). Il consiste à induire une vibration dans le tube de passage du

fluide. Cette vibration, bien qu'elle ne soit pas parfaitement circulaire, crée un référentiel rotatif qui génère l'effet Coriolis. Des capteurs surveillent et analysent les changements de fréquence, de déphasage et d'amplitude des tubes vibrants. Ces changements observés permettent de déterminer le débit massique et la densité du fluide.

Les tubes de mesure sont contraints d'osciller, produisant ainsi une onde sinusoïdale. À un débit nul, les deux tubes vibrent en phase l'un avec l'autre. Lorsqu'un débit est introduit, les forces de Coriolis font tourner les tubes, ce qui entraîne un déphasage. La différence de temps entre les ondes est mesurée et est directement proportionnelle au débit massique. [34] La figure A.9 montre un Transmetteur de débit massique Coriolis.

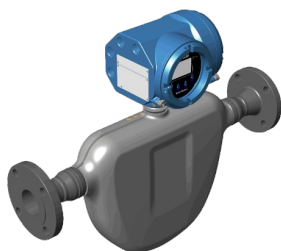


Figure A.9 : Transmetteur de débit massique Coriolis

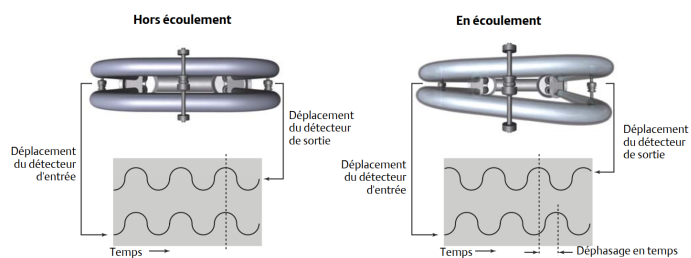


Figure A.10 : Principe de fonctionnement du Transmetteur de débit massique Coriolis [35]

Les caractéristiques techniques du transmetteur sont résumées dans le tableau A.11

Tableau A.11 : Caractéristiques du Transmetteur de débit massique MicroMotion 5700 [34]

Marque	Emerson
Référence	MicroMotion 5700
Technologie de mesure	effet de Coriolis
Signal de sortie	Analogique et numérique (via HART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS)
Affichage	Ecran LCD
Tension d'alimentation	24VDC
Précision	±0.1%
Certificats	ATEX
Température Ambiante	-40 – 80 °C
Indice de Protection	IP66/67

2. **Transmetteur de débit FIT1001:** Le calculateur de débit antidéflagrant FB1100 (figure A.11) représente un élément crucial dans les environnements industriels où la sécurité et la précision sont primordiales. Son fonctionnement repose sur la prise en compte de deux paramètres essentiels : la température et la pression du gaz. Grâce à une entrée dédiée pour un capteur de température RTD, le calculateur peut ajuster les mesures en fonction des variations de densité du gaz dues aux changements de température. De même, en utilisant une entrée pour la pression de gaz, il compense les variations de pression qui peuvent influencer le volume et la densité du gaz. Cette approche permet d'obtenir des mesures de débit précises et fiables, essentielles pour assurer la sécurité des opérations dans des zones ATEX.



Figure A.11 : transmetteur de débit Emerson FB1100 (FIT-1001) [36]

Les caractéristiques techniques du transmetteur sont résumées dans le tableau A.12

Tableau A.12 : caractéristiques du transmetteur de débit Emerson FB1100 (FIT-1001) [36]

Marque	Emerson
Référence	FB1100 A1B0C1D1E1F1B222G72E12Q0G1H 0J0K0L0M0N0P0R1S1T1U0V0W0
Technologie de mesure	Calcul de débit volumétrique et massique
Signaux d'entrée	1 entrée RTD, 1 entrée Pression
Signal de sortie	Analogique (4-20 mA), Pulse, Digital (MOD-BUS)
Affichage	Ecran LCD
Tension d'alimentation	24VDC
Précision	$\pm 0.05\%$
Certificats	ATEX
Température Ambiante	-40 – 80 °C
Indice de Protection	IP66

A.5 Les actionneurs

Un actionneur industriel est responsable de la transformation des signaux de commande de l'automate en un mouvement mécanique, permettant ainsi d'effectuer des actions concrètes sur les machines, les équipements et les systèmes. Les actionneurs industriels peuvent être de différentes natures, notamment les actionneurs pneumatiques, hydrauliques et électriques. Les actionneurs pneumatiques utilisent l'air comprimé comme source d'énergie pour générer des mouvements linéaires ou rotatifs. Ils sont appréciés pour leur vitesse, leur puissance et leur capacité à être contrôlés avec précision. Ces actionneurs conviennent particulièrement aux applications nécessitant une réponse rapide et un couple élevé, tels que l'ouverture et la fermeture rapides de vannes TOR. [37]

A.5.1 L'actionneur des vannes d'arrêt d'urgence ESDV

Les ESDV :

La Vanne est équipée de deux capteurs inductifs qui détecte la position du vérin afin de connaître l'état de la vanne ouverte ou fermée. [38]

1. **Fonctionnement de l'actionneur Actreg :** L'actionneur hydraulique Actreg modèle Scotch Yoke (figureA.12) est conçu pour le contrôle des vannes d'arrêt d'urgence (ESDV). Son fonctionnement repose sur le principe du "scotch Yoke", un mécanisme qui convertit le mouvement linéaire d'un piston hydraulique en un mouvement rotatif pour ouvrir ou fermer la vanne. Lorsqu'une pression hydraulique de 150 à 210 bars est appliquée, le piston se déplace, entraînant le Yoke qui fait pivoter la vanne. Ce type de mécanisme permet de générer un couple élevé, idéal pour des opérations nécessitant une force significative comme les vannes d'urgence. En cas de perte de pression hydraulique, le ressort de retour garantit le repositionnement automatique de la vanne à sa position de sécurité, assurant ainsi une fermeture rapide et fiable en situation d'urgence.

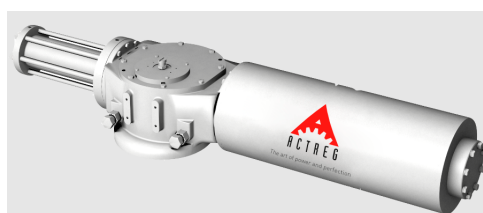


Figure A.12 : Actionneur hydraulique Actreg modèle Scotch Yoke

Les caractéristiques techniques de l'actionneur Actreg sont résumées dans le tableau A.13.

Tableau A.13 : Caractéristiques de l'actionneur Actreg

Fabricant	Actreg
Modèle	Scotch Yoke SY02F16-70
Type d'actionneur	Hydraulique avec ressort de retour
Alimentation hydraulique	150-210 bar
Pression	0-200 bar
Puissance	36 W
Consommation électrique	36 W/h
Tension d'alimentation	24 VDC
Certificats	ATEX
Température Ambiante	-40 – 110 °C
Indice de Protection	IP66/68

2. **Les vannes d'arrêt d'urgence :** ESDV-1035/1036

Mode de fonctionnement vanne à bille avec support trunnion : Le fonctionnement d'une vanne à bille avec support trunnion repose sur la rotation de la bille pour contrôler le débit de fluide. La bille, soutenue par des pivots (trunnions) situés à ses extrémités, tourne de 90 degrés pour ouvrir ou fermer la vanne. Quand la vanne est fermée, la bille presse contre le siège, assurant une étanchéité parfaite. Lorsque la vanne est ouverte, la bille pivote, permettant au fluide de passer. [39]

La Figure A.13 illustre une vanne à bille avec support trunnion, et le Tableau A.14 présente ses caractéristiques principales.

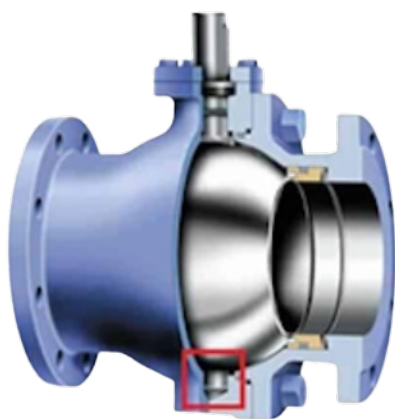


Figure A.13 : Vanne à bille avec support trunnion [40]

Tableau A.14 : Caractéristiques de la Vanne à bille avec support trunnion

Fabricant	Valvitalia
Type de la vanne	Trunnion Ball
État de la vanne	TOR
Taille de la vanne	8x6 ”
Pression	Jusqu’à 250 Bar
Indication	Deux fins de course (état ouvert ou fermé)

3. La vanne d’arrêt d’urgence : ESDV-1038

Mode de fonctionnement vanne à bille flottante : Une vanne à bille flottante fonctionne en utilisant une bille percée qui pivote de 90 degrés pour ouvrir ou fermer le passage du fluide. La bille est maintenue en place par des sièges et flotte librement dans le corps de la vanne. Lorsque la vanne est ouverte, le fluide passe à travers l’orifice central de la bille. En position fermée, la bille bloque le passage, et la pression du fluide pousse la bille contre le siège en aval, assurant une étanchéité efficace. [41]

La Figure A.14 montre une vanne à bille flottante, et le Tableau A.15 présente ses caractéristiques principales.

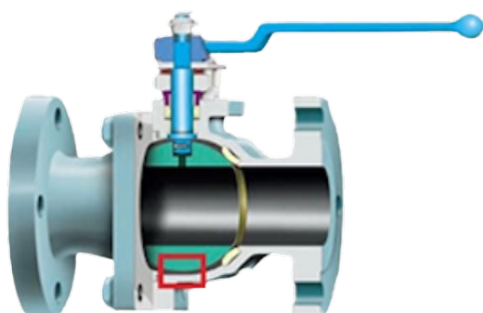


Figure A.14 : vanne à bille flottante [40]

Tableau A.15 : Caractéristiques de la vanne à bille flottante

Fabricant	Valvitalia
Type de la vanne	Floating Ball
État de la vanne	TOR
Taille de la vanne	2x2 ”
Pression	Jusqu’à 99 Bar
Indication	Deux fins de course (état ouvert ou fermé)

A.6 La soupape de sécurité : PSV-1005

Cette soupape fonctionne grâce à un mécanisme de ressort et de vis de réglage de la pression, comme illustré dans la figure A.15. Le ressort est calibré pour se comprimer à une pression de déclenchement spécifique, dans ce cas, 92 bar. Lorsque la pression interne atteint cette valeur, le ressort se comprime suffisamment pour permettre au gaz de s’échapper à travers le déchargeur de fluide, réduisant ainsi la pression à un niveau sûr. Les caractéristiques de cette soupape sont résumées dans le tableau A.16.

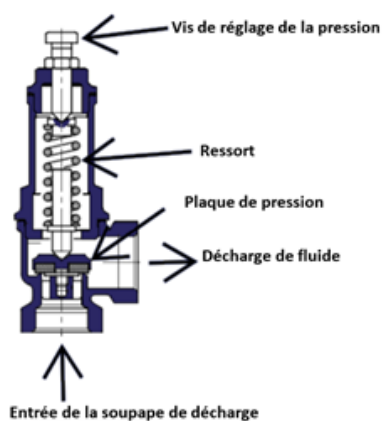


Tableau A.16 : Caractéristiques de la soupape de sécurité [42]

Fabricant	Leser
Modèle	Leser-11728011
Pression de déclenchement	92 bar
Température	-20 – 110 °C
Type de fluide	Gaz naturel

Figure A.15 : Schéma et photo de la soupape de sécurité PSV-1005

A.7 Les vannes de régulation

Les vannes de régulation Actreg (figure A.16) utilisées pour le contrôle du niveau de liquide (huile, eau) et de la pression de gaz fonctionnent selon des principes similaires mais adaptés à leurs applications spécifiques.



Figure A.16 : Vanne de régulation Actreg

1. Vanne contrôle du niveau (pétrole, eau) : LV-1001/1002:

La vanne ajuste le débit de liquide pour maintenir un niveau consigné. Le capteur de niveau envoie des signaux au automate qui module l'actionneur de la vanne en réponse aux variations de niveau, ouvrant ou fermant la vanne pour permettre plus ou moins de passage de fluide. La vanne est illustrée dans la figure A.17 et ses caractéristiques sont détaillées dans le tableau A.17.



Figure A.17 : Vanne de régulation LV-1001/1002 [25]

Tableau A.17 : Caractéristiques de la vanne de régulation LV-1001/1002

Tension d'alimentation	230VAC
Modèle d'actionneur	Actreg ASR2100510
Température	-20 – 110 °C
Power	480 W
Rendement	0.75
Consommation électrique	360 W/h
Certificats	ATEX

2. Vanne contrôle de pression (gaz) : PV-1002

Le capteur de pression surveille la pression du gaz. En fonction des variations de pression, l'automate ajuste l'actionneur de la vanne pour réguler la pression à la valeur désirée. Cela est crucial dans les systèmes où la pression doit être maintenue dans une plage spécifique pour des raisons de sécurité et de performance. Les caractéristiques de cette vanne sont détaillées dans le tableau A.18.

Tableau A.18 : Caractéristiques de la vanne de régulation PV-1002

Tension d'alimentation	230VAC
Modèle d'actionneur	Actreg SY01F30-450SR4
Température	-20 – 110 °C
Power	480 W
Rendement	0.75
Consommation électrique	360 W/h
Certificats	ATEX

A.8 Orifice de restriction (71-RO-1038)

Un orifice de restriction (figure A.18) est une solution simple pour limiter un débit ou réduire une pression dans une canalisation. C'est un organe calibré qui est calculé selon les spécifications techniques de l'installation de façon à atteindre la valeur de pression ou de débit souhaitée selon ces valeurs à atteindre, il sera proposé soit des orifices de restriction simples (mono trou ou multi trous) ou des orifices de restriction multi-étagés.

Si on considère un tuyau de section réduite. Lorsque le fluide passe à travers une section plus étroite, sa vitesse augmente car le débit doit rester constant (principe de conservation de la masse pour un fluide incompressible). Cette augmentation de la vitesse est accompagnée d'une diminution de la pression, selon la loi de Bernoulli.[43]



Figure A.18 : Orifice de restriction

A.9 Système de traçage thermique

Un système de traçage thermique (figure A.19) est un ensemble de chemins bordés le long de tuyaux. Ces chemins sont constitués d'un élément résistif qui s'échauffe lorsque l'électricité le traverse.

Le système de traçage thermique est essentiel dans les environnements froids où le liquide circulant dans les tuyaux est susceptible de geler. Comme mentionné précédemment, le gel dans les canalisations peut endommager l'ensemble du système de canalisation. Dans des cas extrêmes, l'accumulation de pression dans les canalisations peut entraîner des fissures, voire même faire exploser les canalisations, provoquant de graves blessures aux personnes travaillant à proximité du système de traitement. Grâce à ce système, nous sommes en mesure de maintenir les tuyaux à une température adéquate même lorsque les températures ambiantes chutent.[44]

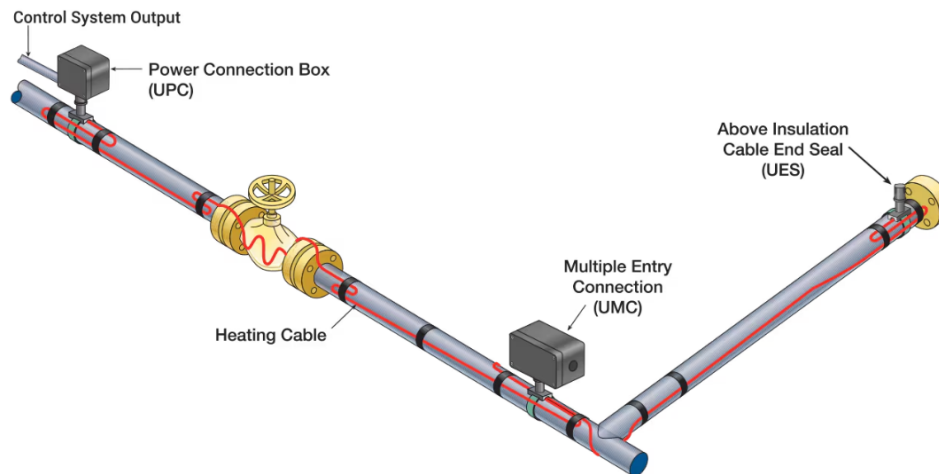


Figure A.19 : Système de traçage thermique

Annexe B

Description Technique et Caractéristiques des Éléments du Système d'Automatisation

B.1 Caractéristiques Techniques de ET200SP CPU

Comme illustré dans le Tableau B.1, la CPU ET200SP CPU 1512SP F-1 PN présente plusieurs fonctionnalités et caractéristiques importantes pour la gestion des processus automatisés et la sécurité.

Tableau B.1 : Tableau des caractéristiques de ET200SP CPU1512SP F-1 PN [16]

Fabricant	Siemens
Référence	6ES7512-1SK01-0AB0
Version du firmware	V2.9
Logiciel de programmation	step7, TIAPORTAL V17 (FirmWare V2.9)
Interfaces communications	1 profinet, X1 P1 et X1 P2 via BusAdapter BA 2x RJ45
Alimentation	24V DC
Classe de sécurité	SIL 3
Protection contre l'inversion de polarité	Oui
Consommation de courant	0.6 A
Nombre total des blocs (FB,OB,FC,DB)	4000
Nombre maximum des modules	64 stations
Temps de traitement CPU pour opération	
Sur bits	48 ns
Sur mots	58 ns
À virgule fixe	77 ns
À virgule flottante	307 ns

B.2 Les modules de sécurité

Notre automate est compatible avec des modules de sécurité spécifiques tels que les modules F-DI, F-DQ et F-AI. Ces modules offrent des avantages significatifs en termes de fiabilité et de protection dans les applications industrielles. Ils garantissent une détection et une réponse rapides aux défaillances, réduisant ainsi les risques d'accidents et de dommages matériels. De plus, ils simplifient la conception des systèmes de sécurité en intégrant directement les fonctions de sécurité, facilitant ainsi la conformité aux normes de sécurité industrielles et optimisant les performances du système.

1. **FDI : F-DI 8x24VDC HF** : Le module F-DI est utilisé pour des applications nécessitant la surveillance de conditions de sécurité critique. Voici ses utilités principales :
 - **Sécurité Fonctionnelle** : Permet de surveiller des signaux provenant de capteurs de sécurité et d'agir en conséquence pour garantir la sécurité de l'installation.
 - **Entrées de Capteurs de Sécurité** : Utilisé pour lire l'état des capteurs critiques comme les boutons d'arrêt d'urgence, les capteurs de position de sécurité, etc.

ANNEXE B. DESCRIPTION TECHNIQUE ET CARACTÉRISTIQUES DES ÉLÉMENTS DU SYSTÈME D'AUTOMATISATION

- **Sorties d’Alimentation des Capteurs** : Le module F-DI dispose de 8 sorties d’alimentation dédiées, permettant d’alimenter directement les capteurs de sécurité connectés. Cela simplifie le câblage et assure une alimentation centralisée et fiable, essentielle pour garantir la continuité et la fiabilité dans les applications de sécurité critiques.
- **Diagnostic et Surveillance** : Les LED de diagnostic aident à surveiller l’état du module et à identifier rapidement les problèmes.
- **Conformité aux Normes de Sécurité** : Assure la conformité aux normes de sécurité industrielle comme SIL (Safety Integrity Level) et PL (Performance Level).

Caractéristiques Techniques

Comme illustré dans le Tableau B.2, le module F-DI 8x24VDC HF présente plusieurs fonctionnalités et indicateurs importants pour la surveillance et le diagnostic des conditions de sécurité.

Tableau B.2 : Tableau des caractéristiques techniques du module F-DI [45]

Type de Module	Entrée TOR de sécurité 8x 24V CC HF
Référence	6ES7136-6BA00-0CA0
Tension d’alimentation	24V DC
Consommation de courant	75 mA
Nombre d’entrées	8
Signalisation	DIAG LED rouge/verte, LED verte (état), LED rouge (erreur)
Protection contre l’inversion de polarité	Oui
Protection contre les courts-circuits	Oui

Comme illustré dans la Figure B.1, le module F-DI 8x24VDC HF présente plusieurs fonctionnalités et indicateurs importants pour la surveillance et le diagnostic des conditions de sécurité.

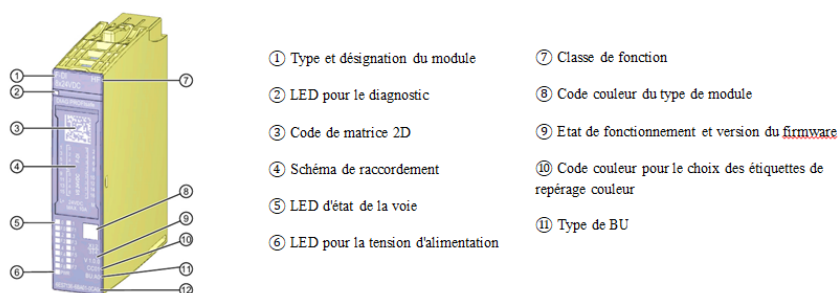


Figure B.1 : Vue du module F-DI 8x24VDC HF

2. **FDO : F-DQ 8x24VDC/05A PP HF** : Le module ET200SP F-DQ est utilisé pour des applications nécessitant une sécurité fonctionnelle, où il est essentiel de garantir que les dispositifs de terrain peuvent être arrêtés de manière sûre en cas de défaillance ou d'urgence. Voici ses utilités principales :

- **Sécurité Fonctionnelle** : Garantir que les sorties peuvent être désactivées en toute sécurité en cas de condition de défaut détectée.
- **Contrôle des Actionneurs de Sécurité** : Utilisé pour contrôler des actionneurs critiques comme les moteurs, les vannes, et autres équipements nécessitant un contrôle de sécurité.
- **Diagnostic et Surveillance** : Les LED de diagnostic aident à surveiller l'état du module et à identifier rapidement les problèmes.
- **Conformité aux Normes de Sécurité** : Assure la conformité aux normes de sécurité industrielle comme SIL (Safety Integrity Level) et PL (Performance Level).

Caractéristiques Techniques

Comme illustré dans le Tableau B.3, le module F-DQ 8x24VDC/05A PP HF présente plusieurs fonctionnalités et caractéristiques importantes pour la gestion des dispositifs de terrain en toute sécurité.

Tableau B.3 : Tableau des caractéristiques techniques du module F-DQ [46]

Type de Module	Sortie TOR de sécurité
Référence	6ES7136-6DC00-0CA0
Tension d'alimentation	24V DC
Consommation de courant	100 mA
Nombre de sorties	8
Signalisation	DIAG LED rouge/verte, LED verte (état), LED rouge (erreur)
Protection contre l'inversion de polarité	Oui
Protection contre les courts-circuits	Oui

La Figure B.2 montre une vue du module de sortie de sécurité F-DQ 8x24VDC/0,5A PP HF.



Figure B.2 : Vue du module de sortie de sécurité F-DQ 8x24VDC/0,5A PP HF

3. **FAI : F-AI 4xI 2-/4-wire HF** : Le module F-AI est utilisé pour lire des signaux analogiques critiques provenant de capteurs de sécurité. Il permet de capturer des données analogiques essentielles avec une grande précision, assurant ainsi une acquisition fiable des données. Les fonctions de sécurité intégrées garantissent une réaction rapide en cas de valeurs anormales ou de conditions dangereuses, ce qui est crucial pour maintenir la sécurité et l'intégrité des processus industriels. De plus, les fonctionnalités avancées de diagnostic permettent de surveiller en continu les signaux et de détecter les défaillances, facilitant ainsi la maintenance proactive et la réduction des temps d'arrêt. Le respect des exigences des normes SIL et PL assure une intégrité élevée des mesures de sécurité, rendant ce module indispensable pour les applications critiques.

Caractéristiques Techniques

Le Tableau B.4 présente les principales fonctionnalités et spécifications techniques du module F-AI 4xI 2-/4-wire HF, essentielles pour assurer une gestion sécurisée et précise des signaux analogiques critiques.

Tableau B.4 : Tableau des caractéristiques techniques du module F-AI [47]

Type de module	Entrée Analogique de sécurité
Référence	6ES7136-6AA00-0CA1
Tension d'alimentation	24V DC
Nombre d'entrées analogiques	4
Étendue d'entrée	0-20 mA / 4-20 mA
Consommation de courant	0.38 A
Protection contre l'inversion de polarité	Oui
Protection contre les courts-circuits	Oui
Diagnostics	Rupture de fil, Court-circuit, Surveillance de la tension d'alimentation
Résolution	16 bits

La Figure B.3 montre une vue du module F-AI (Fail-safe Analog Input).



Figure B.3 : Vue du module de F-AI 4xI 2-/4-wire HF

4. **Interface Homme Machine (HMI) :** L'Interface Homme-Machine (IHM) telle que l'IHM TP1500 de Siemens est essentielle pour optimiser les opérations de séparation. Avec son grand écran de 15.4 pouces, elle offre une surveillance en temps réel des processus, facilitant les ajustements pour une meilleure performance. Son interface conviviale simplifie la commande et la gestion des paramètres, tandis que sa capacité à gérer les alarmes de manière proactive minimise les temps d'arrêt imprévus, garantissant ainsi une production plus fiable. Programmée sous WinCC Advanced sur TIA Portal V17, cette intégration assure une personnalisation précise et une compatibilité optimale avec le système de séparateur, améliorant ainsi la gestion globale des opérations.

Caractéristiques de l'IHM

Le Tableau B.5 présente les spécifications techniques principales de l'IHM TP1500 Comfort Panel, soulignant ses capacités et son adéquation pour une utilisation dans des environnements industriels exigeants.

Tableau B.5 : Tableau des caractéristiques de l'IHM TP1500 [48]

Fabricant	Siemens
Modèle	6AV2124-0QC13-0AX0
Type de l'IHM	TP1500 Comfort Panel
Diagonale de l'écran	15.4 ''
Nombre de couleurs	16 Millions
Tension d'alimentation	24VDC
Processeur	X86
Mémoire	12 Mbyte
Interface Ethernet	2
Indice de protection	IP66/20
Certificats	ATEX zone 2

La Figure B.4 montre une vue de l'IHM TP1500 Comfort Panel.



Figure B.4 : Vue de l'IHM TP1500 Comfort Panel

Annexe C

Liste Des Entrées/Sortie

Dans cette annexe, nous allons présenter de manière détaillée les différents instruments et équipements utilisés dans le séparateur de test. Chaque instrument joue un rôle crucial dans le contrôle, la surveillance, et la sécurité du processus de séparation. Nous fournissons également des informations sur la configuration et le placement de ces instruments dans le système d'automatisation. Cette annexe est organisée en plusieurs sections pour faciliter la compréhension et l'accessibilité des informations.

C.1 Liste des Instruments Utilisés dans le Séparateur de Test

Le tableau C.1 présente une liste détaillée des instruments utilisés dans un séparateur de test, en fournissant des informations essentielles pour chaque instrument.

Tableau C.1 : Liste des instruments du séparateur de test

Tag	Type	Name	Voltage	Calibration Range	Notes
71-PDIT-1003	FAI (4-20mA)	Differential pressure transmitter	24VDC	0 to 2.4 bar	Inlet Pipe. FAI Module (1A5)
	71-PDAH-1003	2Bar :High Alarm			
71-PIT-1009	FAI (4-20mA)	Pressure Transmitter	24VDC	0 to 100 Bar	On Vessel (GAS). FAI Module (2A4)
	71-PAHH-1009	78 HH Alarme			
71-PIT-1002	FAI (4-20mA)	Pressure transmitter	24VDC	0 to 100 Bar	Gas Pipeline. FAI Module (1A6)
	71PIAH-1002	70 : High Alarm			
	71PIAL-1002	35 : Low Alarm			
71-TIT-1003	FAI (4-20mA)	Temperature Transmitter	24VDC	0 to 100 °C	Vessel. FAI Module (1A6)
71-TIT-1001	RTD	Temperature Transmitter	24VDC	-40 to 120 °C	Gas Pipeline
71-LIT-1007	FAI (4-20mA)	Level Transmitter	24VDC	0 to 0.4 m	Vessel. FAI Module (1A5)
	71LIAH-1007	1.25 : High Alarm			
	71LIAL-1007	0.95 : Low Alarm			
71-LIT-1008	FAI (4-20mA)	Level Transmitter	24VDC	0 to 0.7 m	Vessel. FAI Module (2A4)
	71-LIAHH-1008	1.4 : HH Alarm			
	71-LIALL-1008	0.8 : LL Alarm			
71-LIT-1006	FAI (4-20mA)	Level Transmitter	24VDC	0 to 0.5 m	Vessel (Water). FAI Module (2A4)
	71LIAHH-1006	0.6 : HH Alarm			

ANNEXE C. LISTE DES ENTRÉES/SORTIE

Tag	Type	Name	Voltage	Calibration Range	Notes
	71LIAH-1006	0.2 : LL Alarm			
71-LIT-1002	FAI (4-20mA)	Level Transmitter	24VDC	0 to 0.3 m	Vessel (Water). FAI Module (1A5)
	71LIAH-1002	0.5: High Alarm			
	71LIAL-1002	0.3: Low Alarm			
71-LIT-1005	FAI (4-20mA)	Level Transmitter	24VDC	0 to 0.9 m	Vessel (Oil). FAI Module (2A4)
	71LIAH-1005	0.35 : LL Alarm			
71-LIT-1001	FAI (4-20mA)	Level Transmitter	24VDC	0 to 0.7 m	Vessel (Oil). FAI Module (1A5)
	71LIAH-1001	1.15: High Alarm			
	71LIAL-1001	0.55: Low Alarm			
71-FE-1001		Flow Meter	24VDC		Gas Pipeline
71-FE-1002		Flow Meter	24VDC		Water Pipeline
71-FE-1003		Flow Meter	24VDC		Oil Pipeline
71-FIT-1001	FAI (4-20mA)	FlowMeter Transmitter (RS485)	24VDC	3400 to 8500 kg/h; Min : 1705 Max : 7733	Gas Pipeline. FAI Module (A7)
71-FIT-1002	FAI (4-20mA)	FlowMeter Transmitter (RS485)	24VDC	0 to 15000 Kg/h Min : 19 Max : 13182 Avg : 10140	Water Pipeline FAI Module (1A7)
71-FIT-1003	FAI (4-20mA)	FlowMeter Transmitter (RS485)	24VDC	1 to 40000 Kg/h Min : 132 Max : 34321 Avg : 31400	Oil Pipeline FAI Module (1A7)
71-ESDV-1035	FDO (NO)	Emergency Shut-down Valve	24VDC		InLet Pipeline FDO Module(2A2)
71EZSO-1035	FDI (NC)				PCS FDI Module(1A2).
71EZSC-1035	FDI (NC)				PCS FDI Module(1A2).
71-ESDV-1038	FDO (NO)	Emergency Shut-down Valve	24VDC		InLet ByPass FDO Module(2A2)

ANNEXE C. LISTE DES ENTRÉES/SORTIE

Tag	Type	Name	Voltage	Calibration Range	Notes
71EZSO-1038	FDI (NC)				FDI Module(1A2).
71EZSC-1038	FDI (NC)				FDI Module(1A2).
71-ESDV-1036	FDO (NO)	Emergency Shut-down Valve	24VDC		OutLet Pipeline FDO Module(2A2)
71EZSO-1036	FDI (NC)				FDI Module(1A2).
71EZSC-1036	FDI (NC)				FDI Module(1A2).
71-PV-1002	AO (4-20mA)	Regulating Valve	230VAC	Min : 1607 (30%) Max : 7783(74%) Avg : 3555(48%) kg/h	GAS PipeLine AO Module (1A7)
71-LV-1001	AO (4-20mA)	Regulating Valve	230VAC	Min :19 (<10%) Max :10367(56%) Avg :10140(56%) Kg/h	Water PipeLine AO Module (1A7)
71-LV-1002	AO (4-20mA)	Regulating Valve	230VAC	Min :132(<10%) Max :34321(66%) Avg :31400(64%) Kg/h	Oil PipeLine AO Module (1A7)

C.2 Placement des Instruments de Gestion de Processus

Le tableau C.2 présente le placement détaillé des instruments de gestion de processus dans le premier rack du système d'automatisation du séparateur de test 71V-1001.

Tableau C.2 : Placement des Instruments de Gestion de Processus dans le Premier Rack

Module : 1A1	6ES7136-6BA00-0CA0	F-DI 8x24VDC HF
S0	(NC) %Ix.0	Emergency Stop Button
S1	(NO) %Ix.1	SYSTEM START in AUTO Mode BP
S2	(NC) %Ix.2	SYSTEM STOP in AUTO Mode BP
S3	(NO) %Ix.3	Selector Switch Remote/InPlace 2 Pos
S4	(NO) %Ix.4	Ring Bell PB
S5	(NC) %Ix.5	Manual reset the Emergency Stop PB
	%Ix.6	DC Power Supply1 OK (T1)
	%Ix.7	DC Power Supply1 OK (T2)
Module : 1A2	6ES7136-6BA00-0CA0	F-DI 8x24VDC HF
	%Ix.0	71EZSO-1035
	%Ix.1	71EZSC-1035
	%Ix.2	71EZSO-1038
	%Ix.3	71EZSC-1038
	%Ix.4	71EZSO-1036
	%Ix.5	71EZSC-1036
	%Ix.6	Spare
	%Ix.7	Spare
Module : 1A3	6ES7136-6BA00-0CA0	F-DI 8x24VDC HF
	%Ix.0 - %Ix.7	Spare
Module : 1A4	6ES7136-6DC00-0CA0	F-DQ 8x24VDC/0.5A PP HF
Green lamp L1-	%Qx.0	Power ON
Buzzer B1	%Qx.1	Safety Rly K17
RED Lamp H1	%Qx.2	High Press Alarm
RED Lamp H2	%Qx.3	Low Lvl Alarm
Green Lamp H3	%Qx.4	ESDV Status Inlet
Green Lamp H4	%Qx.5	ESDV Status Outlet
	%Qx.6	Spare
	%Qx.7	Spare
Module : 1A5	6ES7136-6A400-0CA1	F-AI 4x1 2-/4-wire HF
	%IWx	71-PDIT-1003
	%IWx+2	71-LIT-1007
	%IWx+4	71-LIT-1002
	%IWx+6	71-LIT-1001
Module : 1A6	6ES7136-6A400-0CA1	F-AI 4x1 2-/4-wire HF

	%IW _x	71-TIT-1003
	%IW _{x+2}	Spare
	%IW _{x+4}	71-FIT-1002
	%IW _{x+6}	Spare
Module : 1A7	6ES7136-6A400-0CA1	F-AI 4x1 2-/4-wire HF
	%IW _x	71-FIT-1001
	%IW _{x+2}	71-FIT-1002
	%IW _{x+4}	71-FIT-1003
	%IW _{x+6}	Spare
Module : 1A8	6ES7136-6A400-0CA1	F-AI 4x1 2-/4-wire HF
	%IW _x	Spare
	%IW _{x+2}	Spare
	%IW _{x+4}	Spare
	%IW _{x+6}	Spare
Module : 1A9	6ES7135-6HD00-0BA1	AQ 4xU/I ST
	%QW _x	71-LY-1002
	%QW _{x+2}	71-LY-1002
	%QW _{x+4}	71-PY-1002
	%QW _{x+6}	Spare
Module : 1A10	6ES7135-6HD00-0BA1	AQ 4xU/I ST
	%QW _x	Spare
	%QW _{x+2}	Spare
	%QW _{x+4}	Spare
	%QW _{x+6}	Spare
Module : 1A11	6ES7136-6DC00-0CA0	F-DQ 8x24VDC/0.5A PP HF
	%Qx.0	71XA-1021
	%Qx.1	71XA-1020
	%Qx.2	Spare
	%Qx.3	Spare
	%Qx.4	Spare
	%Qx.5	Spare
	%Qx.6	Spare
	%Qx.7	Spare

C.3 Placement des Instruments d'Arrêt d'Urgence dans le Deuxième Rack

Le tableau C.3 détaille le placement des instruments d'arrêt d'urgence dans le deuxième rack du système d'automatisation du séparateur de test 71V-1001. Ces instruments sont essen-

tiels pour garantir la sécurité opérationnelle et la réaction rapide en cas de situations d'urgence, permettant une intervention immédiate pour minimiser les risques.

Tableau C.3 : Placement des Instruments d'Arrêt d'Urgence dans le Deuxième Rack

Module : 2A1	6ES7136-6BA00-0CA0	F-DI 8x24VDC HF
	%Ix.0	71HS-7342
	%Ix.1	71HS-7343
	%Ix.2	71HS-7335
	%Ix.3	Spare
	%Ix.4	Spare
	%Ix.5	Spare
	%Ix.6	Spare
	%Ix.7	Spare
Module : 2A2	6ES7136-6DC00-0CA0	F-DQ 8x24VDC/0.5A PP HF
	%Qx.0	71ESOV-1035
	%Qx.1	71ESOV-1038
	%Qx.2	71ESOV-1036
	%Qx.3	Spare
	%Qx.4	Spare
	%Qx.5	Spare
	%Qx.6	BUZZER
	%Qx.7	Spare
Module : 2A3	6ES7136-6DC00-0CA0	F-DQ 8x24VDC/0.5A PP HF
Prod Manifold Valve To RTU	%Qx.0	71XS-7341
Test Manifold Valve To RTU	%Qx.1	71XS-7342
CMD Close Mater Valve To RTU	%Qx.2	71XS-7343
CMD Close Wing Valve To RTU	%Qx.3	71XS-7344
CMD SD Demulsifier System To RTU	%Qx.4	71XS-7345
	%Qx.5	Spare
	%Qx.6	Spare
	%Qx.7	Spare
Module : 2A4	6ES7136-6AA00-0CA1	F-AI 4xI 2-/4-wire HF
	%IWx	71-LIT-1008
	%IWx+2	71-LIT-1006
	%IWx+4	71-LIT-1005

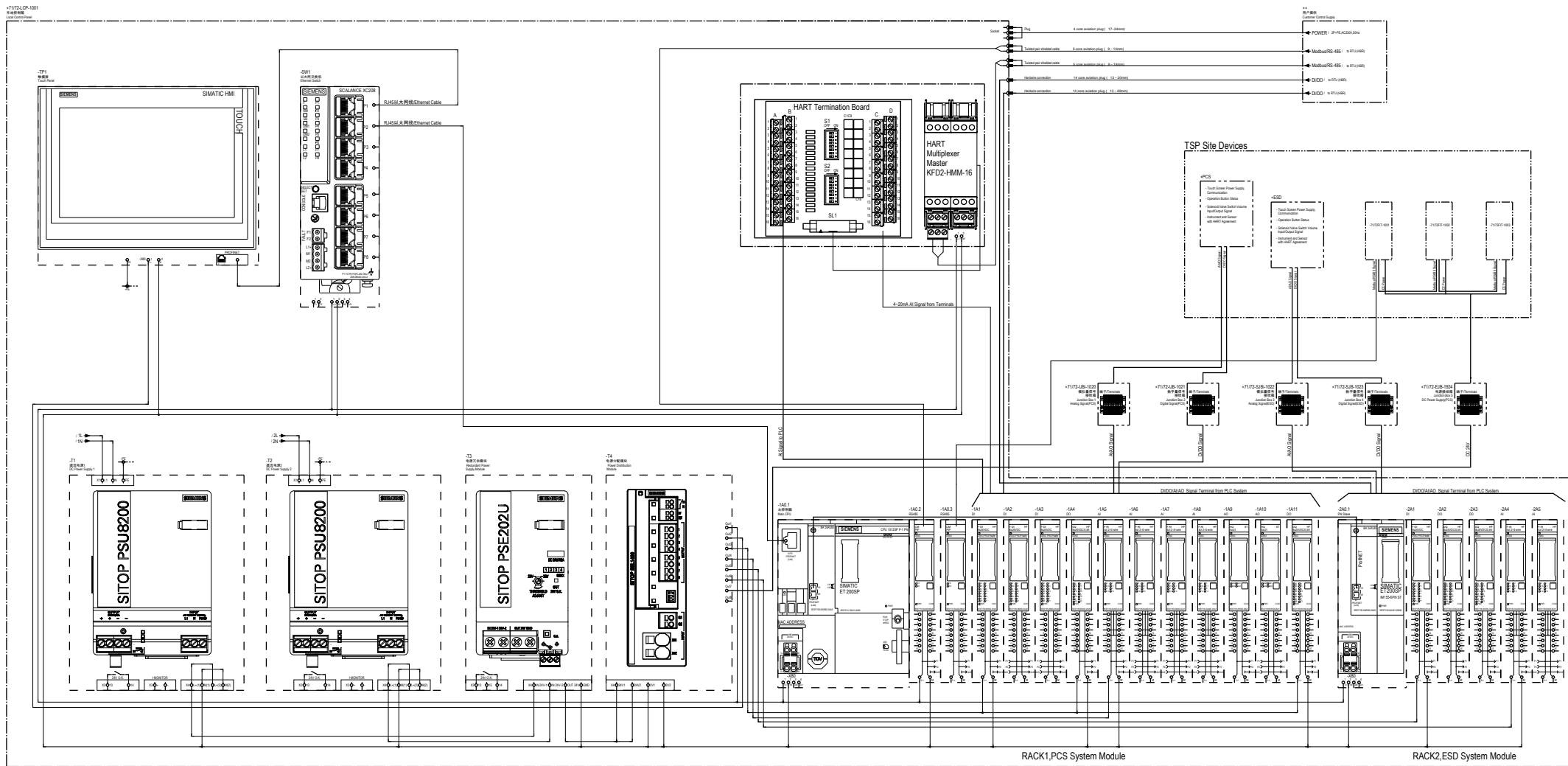
ANNEXE C. LISTE DES ENTRÉES/SORTIE

	%IW _{x+6}	71-PIT-1009
Module : 2A5	6ES7136-6AA00-0CA1	F-AI 4xI 2-/4-wire HF
	%IW _x	Spare
	%IW _{x+2}	Spare
	%IW _{x+4}	Spare
	%IW _{x+6}	Spare

Annexe D

Schéma Electrique

La page principale du schéma électrique du séparateur 71V-1001, incluse dans cette annexe, présente les éléments clés et les connexions principales nécessaires à son fonctionnement. Ce schéma détaille notamment l'architecture du système de contrôle, qui comprend des équipements tels que l'ET200SP CPU, le panneau HMI tactile SIEMENS SIMATIC, et le SCALANCE XC208 pour la connectivité PROFINET. Le multiplexeur maître HART KFD2-HMM-16 gère les connexions HART. Le schéma inclut également des modules d'alimentation redondante et de distribution, des modules de communication Modbus/RS-485, des boîtes de jonction pour les signaux analogiques et numériques, ainsi que des modules d'entrée/sortie (I/O) tels que les DQ HF et F-AI. Ces composants, ainsi que leurs interconnexions, assurent la communication et la gestion des signaux nécessaires au bon fonctionnement du séparateur.



=DOC/3

Date	2020-11-27	Test Separator A/B
Prep.	Kevin.Yan	HASSI BIR REKAIZ FIELD DEVELOPMENT
Appr.	Michael.Li	



PLC Control System Configuration
PLC系统配置图

Electrical Schematic Diagram	= CSC
	+ LCP
Rev.B3	Page 01A
HBR-01-TSP-ELE-DGW-0001	Total 40

05A