

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira

Faculté de la Technologie



Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Electronique

Spécialité : Instrumentation

Thème

**Automatisation d'une unité de déshydratation du gaz par API Siemens
S7-300**

Proposé par : SONATRACH – ENI / BRN

Préparé par:

SAMOU Omar

LEKDIM Fouad

Dirigé par :

Examiné par :

Mr. Tafinine (U.Bejaia)

Mr. Alliche (U.Bejaia)

Mr. Abbou Ingénieur (SH-ENI)

Mlle. Achour (U.Bejaia)

Année universitaire : 2021/2022

*And we had certainly given to David and Solomon **knowledge**, and they said,
"Praise [is due] to Allah, who has favoured us over many of His believing servants."*

Quran/Surah An-Naml : 15

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

_ Mes parents qui, de leur compréhension et encouragement, ont pu me porter au bout de mon travail.

_ Ma chère sœur Assia.

_ Ma grande famille, mon oncle maternel.

_ Mes amis.

OMAR

Je dédie ce travail à :

_ Mes parents qui ont mis tout leur cœur pour m'aider à réussir la réalisation de mon travail avec leur encouragement et leur grand soutien.

_ Tous mes frères, Ma sœur.

_ Mes chères proches.

_ Mes amis.

FOUAD

REMERCIEMENTS

En Premier lieu, avec humilité nous remercierons DIEU

Nous souhaitons adresser nos remerciements à Mr Tafinine Farid qui nous a dirigé afin de réaliser ce projet.

Ainsi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à messieurs : Abbou Fethi, Beha Ahmed pour leur encadrement, leur aide et surtout leurs précieux conseils et sans oublier Hadi Djamel-Eddine et toute la direction du groupement Sonatrach-Eni.

Nos remerciements destinés aux membres de jury qui ont fait honneur d'accepter l'évaluation de ce travail.

MERCI

LES ABREVIATIONS

API : Automate Programmable Industriel

BDV : Blow Down Valve

BF : Bus Fault

BRN : Bir Rebaa Nord

CONT : Schéma à Contact

CPU : Central Processing Unit

CTH : Centre de Traitement d’Huile

DCS : Distributed Control System

DEG : Di-Ethylène Glycol

ENI : Ente Nazionale Idrocarburi

ESDV : Emergency Shut Down Valve

GNL : Gaz Naturel Liquéfié

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

GSA : Groupement Sonatrach-Agip

HMI : Human Machine Interface

HP : Haute Pression

LIST : Liste d’instruction

LOG : Logigramme

MEG : Mono-Ethylène Glycol

MPI : Multi Point Interface

MRES : Memory Reset

Profibus-DP : Process Field Bus Decentralized Periphery

PSV : Pressure Safety Valves

SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition

SF : System Fault

SH : Sonatrach

SDV : Shut Down Valve

SSDV : Safety Shut Down Valve

TEG : Tri- Ethylène Glycol

TIA Portal : Totally Integrated Automation Portal

TOR : Tout Ou Rien

TVR : Tension Vapeur Reid

WinCC : Windows Control Center

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Illustration des logos des entreprises	5
Figure I.2 : Situations des blocs	6
Figure I.3 : Localisation du CTH/BRN	7
Figure I.4 : Schéma simplifié du procédé de production	11
Figure I.5 : Organigramme du GSA (BRN)	11
Figure I.6 : Organigramme du département de maintenance	13
Figure II.1 : Schéma TI - Représentation de l'instrumentation	18
Figure II.2 : Symbolisation de l'instrumentation	18
Figure II.3 : Capteur /Transmetteur en situation.....	21
Figure II.4 : Manomètre	22
Figure II.5 : Pressostat	22
Figure II.6 : Transmetteur de pression	23
Figure II.7 : Transmetteur de débit	23
Figure II.8 : Thermocouple de type K	24
Figure II.9 : Transmetteur de température	25
Figure II.10 : Plongeur	25
Figure II.11 : Flotteur	26
Figure II.12 : Transmetteur de niveau	26
Figure II.13 : Vanne régulatrice	28
Figure II.14 : Electrovanne	29
Figure II.15 : Vanne TOR	29
Figure III.1 : Schéma de structure d'un système automatisé	31
Figure III.2 : Type d'automates	34
Figure III.3 : Structure internes d'automate	35
Figure III.4 : Illustration de CPU	35
Figure III.5 : Carte d'entrées/Sorties typiques d'API	37
Figure III.6 : Architecture d'Automate Programmable S7-300	39
Figure III.7 : Exemple de langage à contacts	41
Figure III.8 : Exemple des opérations de comparaison	43
Figure III.9 : Exemple des opérations arithmétiques	43

Figure III.10 : Les compteurs	44
Figure III.11 : Les temporisateurs	44
Figure IV.1 : création d'un projet sur TIA Portal	47
Figure IV.2 : Différence entre DB globaux et DB d'instance	49
Figure IV.3 : Bascule RS	50
Figure IV.4 : Fenêtre PLCSIM lors de la simulation	51
Figure IV.5 : Boucle fermée de régulation	51
Figure IV.6 : Schéma fonctionnel d'une régulation proportionnel	53
Figure IV.7 : Graphe du comportement d'un régulateur proportionnel	53
Figure IV.8 : Schéma fonctionnel d'un régulateur PID	54
Figure IV.9 : Le bloc CONT_C et ses paramètres sur TIA PORTAL	55
Figure IV.10 : Schéma fonctionnel du CONT_C	56
Figure IV.11 : Système de supervision	59
Figure IV.12 : Liaison entre le PLC et l'HMI	61
Figure IV.13 : Vue d'accueil	61
Figure IV.14 : Vue générale de l'unité 310	62
Figure IV.15 : Vue de détails	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : Différence entre les types de Glycol	16
Tableau II.2 : Repères d'identifications	19
Tableau III.1 : Quelques caractéristiques des API S7-200/300/400	38
Tableau III.2 : Exemples des langages de programmation	40
Tableau III.3 : Exemples des opérations combinatoires sur bits	42
Tableau III.4 : Exemples d'adressage	45
Tableau IV.1 : Modules utilisés	47
Tableau IV.2 : Tags des contrôleurs utilisés, conditions d'entrée, les alarmes et leurs effets	58

LISTE DES EQUATIONS

II.1 : Variation du débit en fonction de pression	22
II.2 : Force d'Archimède en fonction de la hauteur du liquide	24
IV.1 : Sortie du régulateur type P	54
IV.2 : Sortie du régulateur type I	54
IV.3 : Sortie du régulateur type D	55
IV.4 : Conversion du signal de transmetteur en %	57
IV.5 : Normalisation du signal de transmetteur	57
IV.6 : Normalisation de la sortie du régulateur	58
IV.7 : Conversion de la sortie du régulateur en valeur de périphérie	58

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre I : Présentation du groupement SH/ENI et CTH de Bir Rebaa Nord	
I.1. Introduction	3
I.2. Richesse algérienne en pétrole	3
I.3. Richesse algérienne en gaz naturel	3
I.4. Présentation du groupement SONATRACH-AGIP	4
I.4.1. Présentation	4
I.4.2. Aperçu sur Sonatrach	4
I.4.3. Aperçu sur Agip	5
I.4.4. Aperçu sur Eni	5
I.5. Historique	5
I.6. Localisation géographique du CTH / BRN	7
I.7. Description générale du CTH	7
I.7.1. Les unités des procédés	8
I.7.2. Les unités auxiliaires	9
I.7.3. Explication	10
I.7.4. Stockage et expédition	10
I.8. Organigramme du Groupement SONATRACH-AGIP	11
I.8.1. Service méthode et planification	12
I.8.2. Service maintenance et entretien	12
I.8.3. Déroulements des interventions	12
I.8.4. Organigramme du département maintenance	12
I.9. Conclusion	13
Chapitre II : Unité de déshydratation du gaz et ses instruments	
II.1. Introduction	14
II.2. But de la déshydratation	14
II.3. Les hydrates et conditions de leur formation	14
II.3.1. Définition	14
II.3.2. Les conditions de formations des hydrates	14
II.3.3. Prévention des hydrates	15
II.3.4. Utilisation d'inhibiteurs	15
II.3.5. Glycols pour la déshydratation	15
II.3.6. Tri éthylène glycol	16
II.3.7. Avantages et inconvénients des glycols	16
II.4. Schéma TI	17

II.4.1. Symbolisation	17
II.5. Description d'unité : (du train 3)	19
II.5.1. Scrubber gaz humide 310-VN-302	20
II.5.2. Colonne d'absorption 310-VE-301.....	20
II.5.3. Coalesceur de glycol 310-CQ-302	20
II.6. Les instruments	20
II.6.1. Capteur	21
II.6.2. Transmetteur	21
II.6.3. Les instruments de mesure	21
II.6.3.1. Mesure de pression	21
II.6.3.1.a. Manomètre	21
II.6.3.1.b. Pressostat.....	22
II.6.3.1.c. Transmetteur de pression	22
II.6.3.2. Mesure de débit	23
II.6.3.2.a. Transmetteur de débit	23
II.6.3.3. Mesure de température	24
II.6.3.3.a. Thermocouple.....	24
II.6.3.3.b. Sonde Pt100.....	24
II.6.3.3.c. Transmetteur de température	24
II.6.3.4. Mesure de niveau	25
II.6.3.4.a. Plongeur	25
II.6.3.4.b. Flotteur	25
II.6.3.4.c. Transmetteur de niveau	26
II.6.4. Les actionneurs	26
II.6.4.1. Les vannes	26
II.6.4.1.a. Vannes régulatrice	27
II.6.4.1.b. Vanne Tout Ou Rien.....	28
II.7. Conclusion	29
Chapitre III : Automate Programmable Industriel et Ladder Diagram	
III.1. Introduction	30
III.2. Automatisation	30
III.2.1. Définition	30
III.2.2. Avantages et inconvénients de l'automatisation	30
III.2.2.a. Avantages	30
III.2.2.b. Inconvénients	31
III.2.3. Structure et organisation générale d'un système automatisé	31
III.2.3.1. Partie opérative (PO)	32

III.2.3.2. Partie commande (PC)	32
III.2.3.2.a. Logique câblée	32
III.2.3.2.b. Logique programmée	32
III.2.3.3. Partie Relation (PR) ou pupitre de commande	33
III.3. Automate Programmable Industriel	33
III.3.1. Définition d'API.....	33
III.3.2. Architecture des API	34
III.3.2.1. Aspect extérieur	34
III.3.2.2. Aspect intérieur	35
III.3.3. Critères de choix d'un API	38
III.4. Langages de programmation	39
III.4.1. Langage à contacts (Ladder diagram)	41
III.4.2. Instructions de base	41
III.4.2.1. Opérations combinatoires sur bits.....	42
III.4.2.2. Opérations de comparaison	42
III.4.2.3. Opérations arithmétiques.....	43
III.4.2.4. Opérations de comptage.....	43
III.4.2.5. Opérations de temporisation.....	44
III.4.2.6. Adressage	45
III.5. Conclusion	45
Chapitre IV : Programmation et supervision	
IV.1. Introduction	46
IV.2. Programmation	46
IV.2.1. Tia Portal V14	46
IV.2.1.1. Création du projet	46
IV.2.1.2. Configuration du materiel	47
IV.2.2. SIMATIC Step7	48
IV.2.2.1. Blocs du programme utilisateur	48
IV.2.2.1.a. Blocs d'organisation (OB)	49
IV.2.2.1.b. Blocs fonctionnels (FB)	49
IV.2.2.1.c. Les fonctions (FC)	49
IV.2.2.1.d. Blocs de données (DB)	49
IV.2.2.2. Bascule RS	50
IV.2.2.3. Simulateur S7-PLCSIM	50
IV.3. La régulation	51
IV.3.1. Types des régulateurs	52
IV.3.2. Les Actions du régulateur PID.....	52

IV.3.2.1. Action proportionnel (Type P)	52
IV.3.2.2. Action intégral (Type I)	53
IV.3.2.3. Action dérivée (Type D)	54
IV.3.2.4. Action type PID	54
IV.3.3. Le bloc fonctionnel FB1 « CONT_C ».....	54
IV.3.4. Le processus de déshydratation du gaz	57
IV.4. Supervision	58
IV.4.1. Logiciel de supervision WinCC	59
IV.4.2. Avantage de WinCC	60
IV.4.3. Etablissement de la liaison entre le PLC et L'interface Homme Machine	60
IV.4.4. Simulation de project à l'aide de WinCC	61
IV.4.4.1. Vues de système	61
IV.3.4.1.a. Vue d'accueil	61
IV.3.4.1.b. Vue générale de l'unité 310	62
IV.3.4.1.c. Vue de détails	62
IV.5. Conclusion	63
Conclusion générale	64
Bibliographie	
Annexe	

INTRODUCTION GENERALE

L'industrie de l'énergie, surtout pétrolière, est l'une des branches fondamentales de l'économie mondiale. En effet, depuis le début du 20^{ème} siècle, nous observons un élargissement de l'utilisation du pétrole, du gaz et de leurs dérivés. Cela est étroitement lié à l'évolution des techniques de raffinage et de transformation des hydrocarbures, qui a considérablement augmenté les capacités de la production mondiale des hydrocarbures.

En Algérie, cette énergie fossile occupe une place primordiale dans le développement économique et joue un rôle énergétique croissant; l'importance de ces réserves et les avantages qu'elles présentent sur le bilan du gouvernement; favorisent son utilisation notamment dans les secteurs à forte valeur ajoutée : Industrie de précision, production d'électricité et/ou combustibles liquides ...

Dans l'industrie moderne, des exigences sur la quantité et la qualité des produits finis font que les sociétés investissent beaucoup dans la modernisation et la maintenance de leurs unités industrielles de production. Ce qui est le cas de la société SONATRACH où on a eu l'occasion de le constater sur site dans l'usine de traitement de l'huile à Bir Rebaa Nord.

L'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité et de la mondialisation et le souci de la protection de l'environnement, ont nécessités une évolution dans le secteur des équipements de contrôle des procédés au sein de l'industrie hydrocarbure.

Le besoin de faire appel aux technologies avancées de type numérique, d'un niveau de sécurité élevé et dont l'efficacité est vérifiée nous oblige à basculer vers un système de commande de technologie récente, répondant aux exigences et aux normes actuelles, à savoir les Automates Programmables Industriel dit « API », qui sont très répandus dans l'industrie à cause d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations.

La déshydratation est une phase très importante dans le traitement du gaz, soit pour l'expédition ou pour la réinjection dans les puits, où on utilise des pompes et des compresseurs pour le maitre en haute pression. Pour ça on utilise la déshydratation du gaz pour protéger les équipements des gouttelettes de H₂O qui seront dangereux en HP.

Le présent travail s'articule autour de quatre chapitres, à savoir :

Le 1^e chapitre décrit et localise d'une manière générale le groupement SONATRACH-ENI et le centre de traitement de l'huile à Bir Rebaa Nord. Au 2^e chapitre nous avons décrit le processus de déshydratation et les instruments composant l'unité de déshydratation. Le 3^e chapitre présente des généralités sur les API et langage Ladder. Dans le dernier chapitre on présente notre applications selon trois étapes qui sont: La programmation par langage Ladder sur Step7, simulation par le simulateur PLCsim, et enfin simulation de la supervision par logiciel de supervision WinCC. Une conclusion générale marque la fin de notre mémoire.

« CHAPITRE I »

Présentation du groupement SH/ENI et CTH de Bir Rebaa Nord



I.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous nous intéressons, d'une manière générale, à une présentation du groupement Sonatrach-Agip et à l'architecture du centre de traitement d'huile de Bir Rebaa Nord (BRN) qui se trouve au sud-est de HASSI MESSAOUD et ces objectifs principaux, et puisqu'on a choisi le département de maintenance dans notre travail, on va décrire les différentes sections et tâches de ce département.

I.2. Richesse algérienne en pétrole :

Le pétrole est une huile minérale résultant d'un mélange d'hydrocarbures (molécules formées d'atomes de carbone et d'hydrogène) et de divers composés. Sa formation est la transformation lente de matière organique.

Selon la définition de la CIA : central intelligence agency « les réserves prouvées sont les quantités de pétrole qui, par l'analyse des données géologiques et techniques, peuvent être estimées avec un degré élevé de confiance pour être commercialement récupérables à une date donnée ». L'Algérie classée 15^{ème} mondiale avec réserves de 14 milliard barils (en 2022).

Le pétrole algérien appelé *Sahara Blend*, sa légèreté extrême et sa très basse teneur en soufre, est parmi les meilleurs bruts au monde avec une moyenne mensuelle de 120 dollars/baril en Mars 2022.

En 2019, l'Algérie a produit 64.3 Mt (millions de tonnes) de pétrole, soit 1,49 Mb/j (millions de barils par jour). Elle se classe au 16^e rang au monde avec 1.4 % de la production mondiale et au 3^e rang en Afrique derrière le Nigeria et l'Angola .

D'après Sonatrach, la province d'Hassi Messaoud-Dahar contient quelque 71 % des réserves pétrolières du pays [31]. L'Algérie utilise sept terminaux côtiers d'exportation du pétrole brut, de produits raffinés, de gaz de pétrole liquéfié (GPL) et de gaz naturel liquéfié (GNL). Ces installations sont situées à Arzew, Skikda, Alger, Annaba, Oran, Béjaïa et Skhira en Tunisie.

I.3. Richesse algérienne en gaz naturel :

Le gaz naturel, ou gaz fossile, est un mélange gazeux d'hydrocarbures constitués principalement de méthane. Cette source d'énergie (en 2019) était la 3^e source d'énergie primaire utilisée dans le monde après le pétrole et le charbon.

L'Algérie est avant tout un pays exportateur de gaz, avec des réserves récupérables estimées à plus de 4500 milliards de m³ [31], l'économie algérienne s'appuie sur un patrimoine énergétique où prédomine largement le gaz naturel 61% des réserves récupérables. On distingue deux types de gaz

Le gaz humide, riche en fractions condensables, et le gaz dit sec essentiellement constitué de méthane.

Pour le gaz sec le traitement consiste simplement à en éliminer les impuretés avant de le commercialiser. Le gaz humide, découvert en même temps qu'un gisement d'huiles, est qualifié de gaz associé. Mais ce gaz humide peut également se trouver dans des gisements de gaz uniquement. Il est alors dénommé gaz humide non associé.

L'Algérie exporte du gaz naturel par 3 gazoducs transcontinentaux: deux en Espagne et un en Italie.

I.4. Présentation du groupement SONATRACH-AGIP :

I.4.1. Présentation :

Le groupement SONATRACH-AGIP a été créé en 1993 de l'association entre la société nationale SONATRACH et l'entreprise italienne ENI. Dans le but d'exploiter tous les gisements pétroliers existants dans 5 blocs : 401,402, 403a, b, c, pendant 30 ans.

Cela fut la première association entre SONATRACH et une société étrangère (AGIP), les travaux de construction ont duré 2 ans, et le groupement a démarré la production en 1995. L'usine est en 2^e rang en Algérie en termes de capacité de traitement.

I.4.2. Aperçu sur Sonatrach : [1]

SONATRACH (créée en 1963) est la Société NATIONALE pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation et la Commercialisation des Hydrocarbures et de leurs dérivées. Elle a pour missions de valoriser de façon optimale les ressources nationales d'hydrocarbures et de créer des richesses au service du développement économique et social du pays. Adoptant une stratégie de diversification, ce géant se développe dans d'autres activités telles que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables, le dessalement d'eau de mer, la recherche et d'exploitation minière. Poursuivant sa stratégie d'internationalisation, Sonatrach opère dans plusieurs régions du monde, en : Lybie, Tunisie, Mauritanie, au Mozambique, Angola, Nigeria, en Italie, Espagne, Portugal, Angleterre, aux Pays Bas et au Pérou. Elle est classée comme la première entreprise africaine, avec chiffre d'affaire dépasse 34 milliards Dollar Américain (2021) [2]. Pour accélérer son programme de développement dans l'Exploration-Production, Sonatrach renforce sa politique de coopération avec de grands opérateurs pétroliers et gaziers étrangères. Le partenariat a toujours été un facteur clé dans l'essor de Sonatrach en Algérie et à travers le monde. Il participe à l'effort global de la compagnie d'explorer de nouveaux territoires et d'augmenter sa production en hydrocarbures.

Cette stratégie de croissance est d'autant plus remarquable dans le gaz naturel : troisième fournisseur en gaz de l'Europe après la Russie et la Norvège ; l'Algérie prévoit d'augmenter sa production de gaz a plus de 140 milliards de m³ d'ici 2023.

I.4.3. Aperçu sur Agip :

L'Azienda Generale Italiana Petroli (Agip) est fondée par l'État italien en 1926. À l'époque, elle est chargée de construire des raffineries pour traiter du brut importé d'Iraq, son rôle est de fournir en quantité des combustibles liquides à la marine et à l'aviation. *Aujourd'hui, c'est une marque du groupe italien ENI, l'une des plus grandes sociétés pétrolières au monde.*

I.4.4. Aperçu sur Eni :

L'ENI (en italien Ente Nazionale Idrocarburi, pour société nationale italienne des hydrocarbures), est une société italienne privée d'hydrocarbure créée en 1953. Est une société globale d'énergie, présente sur l'ensemble de la chaîne de valeur : de l'exploration, développement et extraction de pétrole et de gaz naturel, à la génération d'électricité issue de la cogénération et des énergies renouvelables, Eni représente, à fin 2020 :

- 68 pays
- Un chiffre d'affaires annuel de 43,987 milliards d'euros
- Un volume vendu de gaz naturel de 64,99 milliards de m³
- Plus de 9,6 millions de clients particuliers et professionnels en Europe.



Figure I.1 : illustration des logos des entreprises

I.5. Historique : [3]

Le GSA est un groupement pétrolier régi par le décret 93 08, du 25 avril 1993, il est constitué de deux grandes compagnies :

_ SONATRACH (51%) _ Agip-ENI ITALY (49%)

Les activités de l'association remontent au 15/12/1987, date de signature du premier contrat d'association entre Sonatrach et la société italienne ENI pour la recherche et l'exploitation hydrocarbures sur blocs de recherche attribués à l'association SH-Eni.

Depuis cette date à ce jour le GSA est arrivé gérer cinq blocs (403,403a, 403d, ROD et Gis SAT).

* **Contrat Bloc 403** : contrat d'exploitation du bloc 403 qui contient les gisements : BRN: Bir Rebaa Nord, BRW: BIR Rebaa West, BRSW : Bir Rebaa Sud West

Il est signé le 15/12/1987, le financement de l'exploitation de ce bloc sera assuré totalement par SH à l'exception de la part en devises sera financée par Agip dans la limite des 50%.

***Contrat bloc 403a** : contrat de l'exploitation du 403a qui contient les gisements :

ROM: Rhourd Messaoud , ZEK: Zemoul El Kbar , ZEA:Zemlet Adreg.

Il est signé le 13/05/1995 , le financement des couts opératoires sera assure a 100% par Agip sauf ZEA qui sera financé par 75% Agip et 25% SH

***Contrat bloc 403d** : contrat de l'exploitation du 403a qui contient les gisements : ROM : Rhourd Messaoud Est, REC : Rhourd Ech Chuli.

Le contrat est signé le 30/05/1995, le financement des couts opératoires sera assuré à 100% par Agip.

***Contrat blocs ROD et Gis Sat** : contrat est signé le 10/04/2002 entre GSA et BHP Billiton pour l'exploitation des gisements : ROD: Rhourd Oled Djemaa, SFNE: Sif Fatima North Est.

***Gisements satellites** : BSF: Bir Sif Fatima, RDB: Rhourd Debdaba , RERN: Rhourd Er Rouni North, RAR : Rhourd Attar .

Ces gisements s'étendent sur les blocs 401a, 402a, 403a et 403d

α Le financement se fait comme suit :

- bloc 401a et 402a (55% ENI et 45% BHP)
- bloc 403a 100% ENI
- bloc 403d 75% ENI et 25% SH

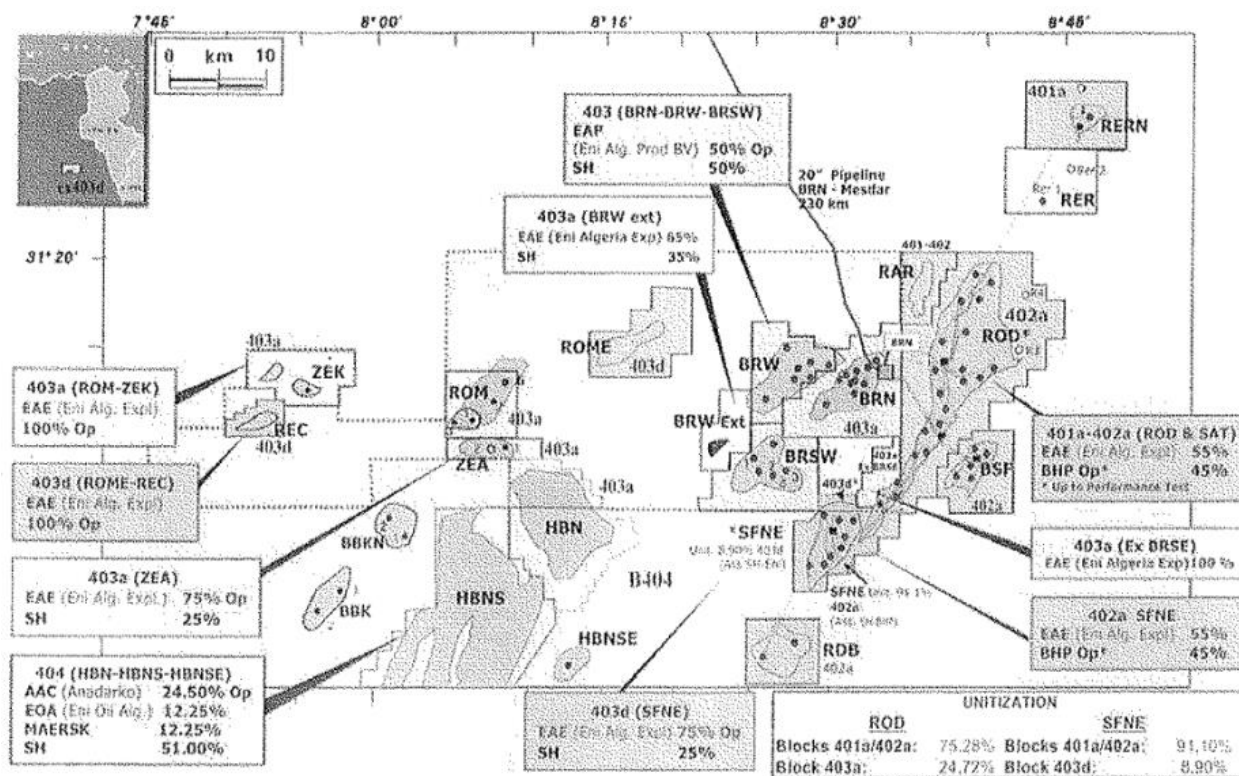


Figure I.2 : Situation des Blocs [3]

I.6. Localisation géographique du CTH / BRN :

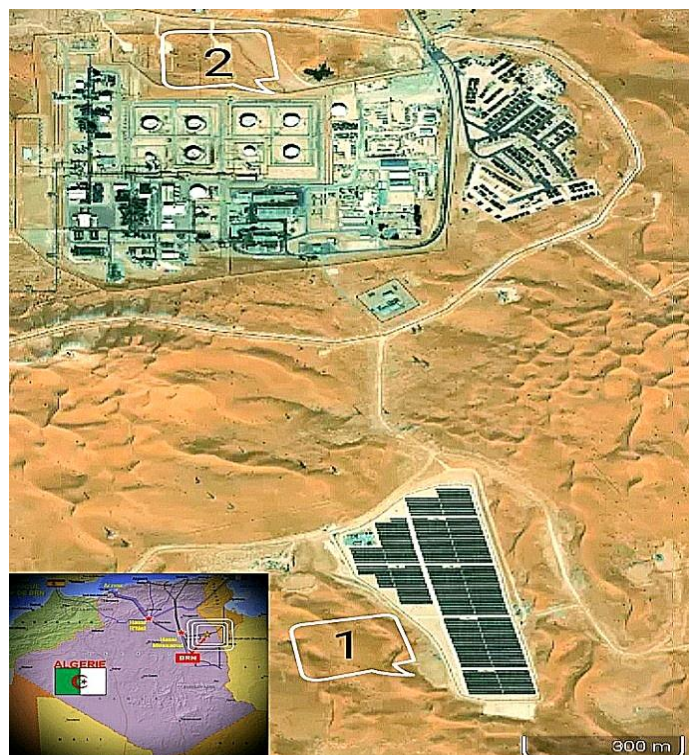


Figure I.3 : Localisation du champ BRN

1 : Centrale photovoltaïque

2 : Complexe pétrolier Bir Rebaa Nord

Bir Rebaa a un climat désertique chaud (classification climatique de Köppen *BWh*) avec des étés longs et extrêmement chauds et des hivers courts et chauds. Le climat est similaire à celui d'Ouargla. Les températures diurnes montent en flèche pendant les mois d'été, car elles tournent constamment autour de 45 °C (113 °F) entre Juin et Septembre.

Cette figure représente la localisation géographique du champ de BRN qui se trouve dans la zone Est de Hassi Messaoud à environ 315Km avec Latitude 31.14 Nord et Longitude 8.34 Est, l'altitude moyenne est 190m environ.

La centrale photovoltaïque, réalisée en partenariat entre Sonatrach/Eni et qui a été qualifiée d'une des plus importantes du pays, occupe une superficie de 20 hectares contenant 31 320 panneaux photovoltaïques avec une capacité de 10MW et vise à alimenter les installations du champ de Bir Rebaa en énergie électrique, ce qui permet de récupérer des quantités de gaz pour l'exportation. [1]

I.7. Description générale du CTH :

L'usine de BRN (Bir Rebaa Nord) se trouve dans la zone homonyme du Sahara à environ 315 km à l'est du HASSI MESSAOUD. L'usine est conçue pour traiter l'huile brute du gisement de BRN et l'expédier par oléoduc 20 pouces au terminal de MESDAR distant d'environ 230 km. [4]

Le projet original a été réalisé avec un seul train de traitement d'huile alors que le deuxième et le troisième train ont été réalisés par la suite.

L'usine est dédiée au traitement d'huile, cependant différents traitements complémentaires à l'exploitation y sont établis également ; tel que l'expédition du gaz vers Menzel Ledjmet et sa compression destinée à la réinjection dans les gisements, le traitement et pompage d'eau pour l'injection dans les gisements.

L'usine est dotée d'autonomie pour tous les services auxiliaires tel que :

- La génération d'énergie électrique par 3 groupes turbogénérateurs pour BRN seulement. (ROD est alimenté par Sonelgaz)
- Eau anti-incendie de service et de procédé.
- Base de vie et base industrielle.
- Télécommunication. [4]

Un centre huile satellite nommé ROM a été réalisé pour permettre l'exploitation du gisement homonyme, avec en plus d'autres petits gisements limitrophes ZEK et ZEA. [4]

La production de ROM est collectée sur les réseaux de collecte de BRN par un oléoduc de 8 de 32 km.

Le CTH est composé de 3 trains, chaque train à une capacité de traitement différentes tel que :

- Le premier train : 54 500 Bbl/J.
- Le deuxième train : 42 000 Bbl/J.
- Le troisième train : 70 000 Bbl/J.

I.7.1. Les unités des procédés :

- **Unité100** (têtes des puits producteurs et réseau de collecte) : le but de cette unité est de fournir une quantité suffisante de produits hydrocarbures aux unités de traitement successives.

- **Unité110** (têtes des puits réinjecteurs et réseau de réinjection) : son rôle est la réinjection du gaz déshydraté dans des puits appropriés.

- **Unité130** (manifold d'entrée) : est un point de rassemblement de la production des puits producteurs sur champ.

- **Unité200** (séparateurs de l'huile) : le but est de réaliser la séparation du gaz associé et de l'eau de formation de l'huile brute à l'entrée de l'installation.

- **Unité210** (traitement de l'huile) : le but est de réaliser la stabilisation de l'huile brute provenant de l'unité de séparation.

- **Unité250** (huile off-spec) : son objectif est de traiter provisoirement l'huile pour les problèmes d'exploitation que pour les arrêts des unités 200 et 210.

- **Unité310** (déshydratation du gaz) : le but est d'éviter les problèmes des condensations d'eau en présence de gaz acides.
- **Unité360** (compression du gaz) : le but est de ré-comprimer le gaz provenant de différents points de l'installation, à des différents niveaux de pression, pour pouvoir le renvoyer avec celui à haute pression, à l'unité 310 pour déshydratation.
- **Unité370/380/390** (réinjection de gaz traité) : le but est de ré-comprimé le gaz provenant de l'unité de déshydratation pour être envoyé dans les autres réseaux.
- **Unité670** (système d'injection inhibiteur de corrosion) : cette unité comprend les installations nécessaires à l'injection d'une solution anticorrosion dans les points les plus importants des unités de procédé du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité680** (système d'injection méthanol) : cette unité contient des installations nécessaires à l'injection de méthanol dans les points les plus importants des unités de procédé du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.

I.7.2. Les unités auxiliaires :

- **Unité220** (stockage de l'huile et expédition) : le but est de stocker l'huile traitement dans les réservoirs et l'expédier par pipeline.
- **Unité230** (système torche) : le but est d'assurer l'exploitation des installations dans des conditions de sécurité.
- **Unité420** (système gaz combustible) : le but est de stocker le gaz de l'unité de procédé, Produire et distribuer aux utilisateurs du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité430** (système huile combustible) : le but de cette unité est le stockage et la distribution de l'huile combustible dans le centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité450** (centrale électrique) : le but de la centrale est la production et la distribution de l'énergie électrique dans le centre de production de Bir Rebaa Nord.
- **Unité480** (groupe électrogène de secours) : est utilisé pour l'alimentation des utilisateurs nécessaires à l'arrêt des installations en toute sécurité en cas d'arrêt total de la production d'énergie électrique et pour le redémarrage de la centrale électrique.
- **Unité490** (système d'air comprimé) : cette unité contient les installations annexes nécessaires pour produire, stocker et distribuer aux utilisateurs du centre de production d'huile de BirRebaa Nord.
- **Unité530** (système eau service) : cette unité contient les équipements nécessaires pour stocker et distribuer aux utilisateurs du centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.
- **Unité550** (purification et stockage de l'huile de lubrification) : le but de l'unité est de stocker l'huile neuve, purifier et stocker l'huile usée et envoyer vers les unités 380/390.

- **Unité560** (traitement des eaux huileuses) : cette unité contient les installations nécessaires à traiter les eaux huileuses venant des unités de procédé et des services du centre de production d'huile.
- **Unité730** (système d'eau anti-incendie) : le but de cette unité est de stocker l'eau pour en cas d'incendie.
- **Unité920** (centrale électrique) : le but de la centrale est la production et la distribution de l'énergie électrique dans le centre de production d'huile de Bir Rebaa Nord.

I.7.3. Explication :

Le pétrole brut qui provient directement de l'exploitation d'un puits de pétrole à différentes pressions passe par le manifold d'entrée et entame un circuit presque identique pour les trois trains, les arrivées à haute pression sont envoyées vers séparateur HP et basses pression envoyées vers séparateurs BP où se déroule la séparation par gravité des 3 produits principaux (huile, gaz, eau).

L'huile est envoyée vers le séparateur tri-phasique (210V01) en passant par l'échangeur de chaleur 210EA01 pour augmenter la température jusqu'à 65-70X.

L'huile sortie tri-phasique est envoyée vers le dessaleur électrostatique (210SD01) en passant par le ballon dégazeur (210V02) et en injectant un produit désémulsifiant. L'huile dessalée est envoyée vers la colonne de stabilisation (210C01) en passant par l'échangeur de chaleur (210EA02) pour son stockage. L'huile subit une opération de rectification de la TVR à l'aide du four de rebouillage.

Le gaz est envoyé vers l'unité de déshydratation (unité 310) à l'aide des compresseurs de l'unité 360. Le gaz déshydraté est divisé en deux parties : fuel gaz et gaz de réinjection. Le fuel gaz est utilisé comme combustible pour les fours et les turbines, le gaz de réinjection est envoyé vers les unités de réinjection de gaz (380 et 390).

L'eau est envoyée vers l'unité de traitement des eaux huileuses (unité 560) qui a pour but d'enlever les traces d'huiles entraînées avec l'eau de purge des séparateurs. L'eau purifiée est envoyée vers le bassin évaporateur.

I.7.4. Stockage et expédition :

Le schéma blocs montre les différentes phases du procédé à partir des puits de production jusqu'aux puits de réinjection du gaz et à l'expédition vers pipeline de l'huile stabilisée du centre de production voire la figure :

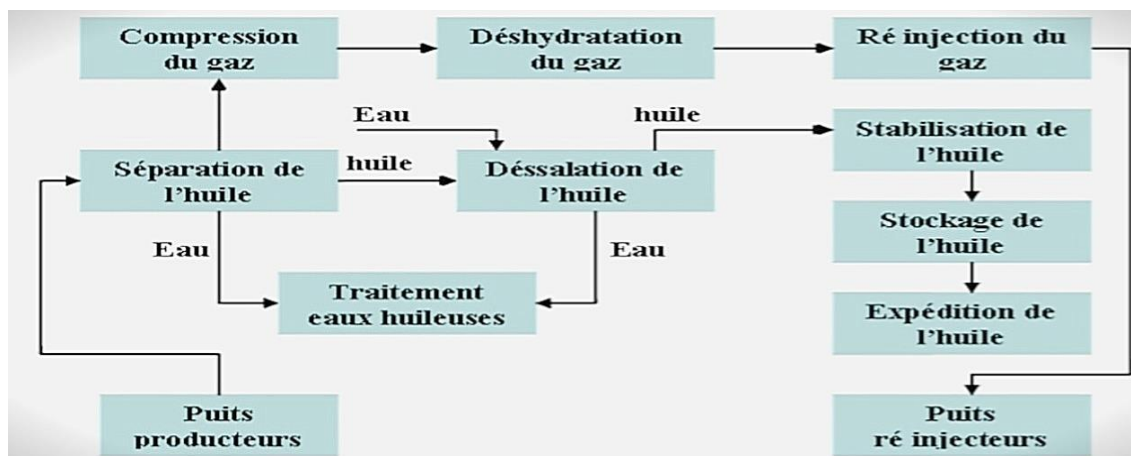


Figure I.4 : Schéma simplifié du procédé de production

- Le stockage se fait dans 3 bacs à toit flottant de 14597 m3 chacun.
- Expédition par électropompes centrifuges (3 pour 250 m3 chacune).
- Oléoducs 20” BRN — MESDAR de 230 Km environ

I.8. Organigramme du Groupement SONATRACH-AGIP : [5]

Le groupement SONATRACH-AGIP contient de différents départements comme illustré dans la figure suivante :

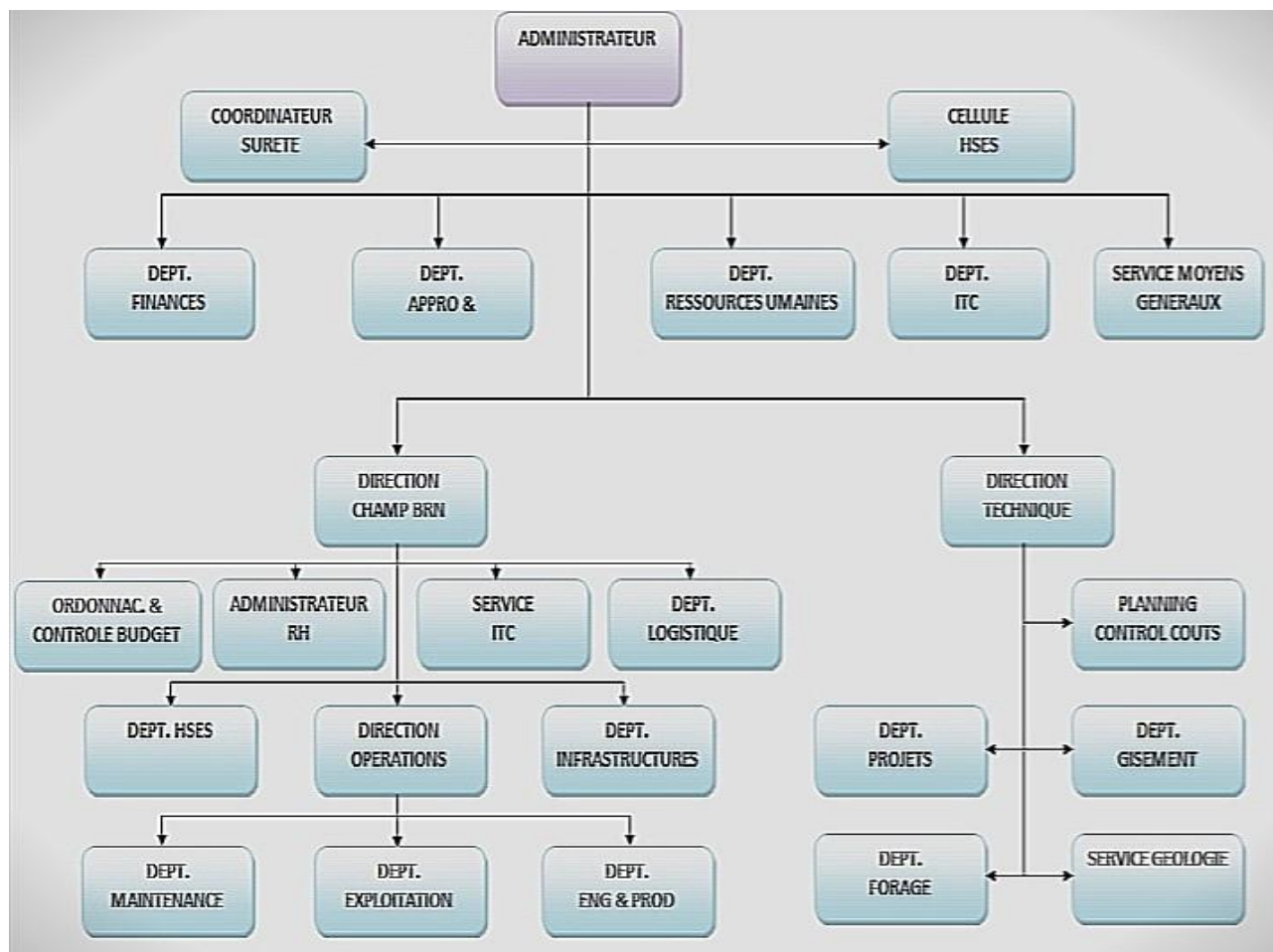


Figure I.5 : Organigramme du GSA (BRN) [5]

Le département maintenance veille sur le bon fonctionnement du matériel industriel, et il assure la révision ainsi que l'inspection des équipements et des installations au niveau de l'usine et les puits.

Ce département maintenance contient deux services :

- Service méthode.
- Service maintenance et entretien.

I.8.1. Service méthode et planification :

Le service méthodes s'occupe de la planification et de la programmation des interventions (curatives et préventives), il est géré par un chef de service auquel sont attachés trois groupes d'ingénieurs (instrumentistes, mécaniciens et électriciens) en plus d'un archiviste et des gestionnaires de stock.

La gestion des équipements est assurée par une cellule de gestion appelée Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) elle gère la maintenance à partir d'un software de gestion (Data Stream 7).

Le déclenchement des ordres de travail est lancé par l'établissement d'un OT par une structure demandeur d'intervention pour les OT curatifs et d'une façon automatique pour les OT préventifs

I.8.2. Service maintenance et entretien :

Le rôle de ce service est d'intervenir, dans le champ ou à l'usine, pour des missions d'ordre préventif ou curatif ; il est subdivisé en 6 sections :

- Section Mécanique,
- Section Électricité,
- Section instrumentation,
- Section Chaudronnerie,
- Section contrôle des machines tournantes,
- Section DCS

L'effectif de chaque section est dirigé par deux chefs de section.

I.8.3. Déroulements des interventions :

Selon un besoin formulé par un département quelconque, toute demande de travail doit être validée par le chef de département maintenance, ensuite la cellule GMAO programme un ordre de travail (OT) qui sera émis pour la section d'intervention concernée

I.8.4. Organigramme du département maintenance :

Le département maintenance consiste en deux services, le service méthode et le service maintenance qui contiens des sections comme représenté dans la figure suivante :

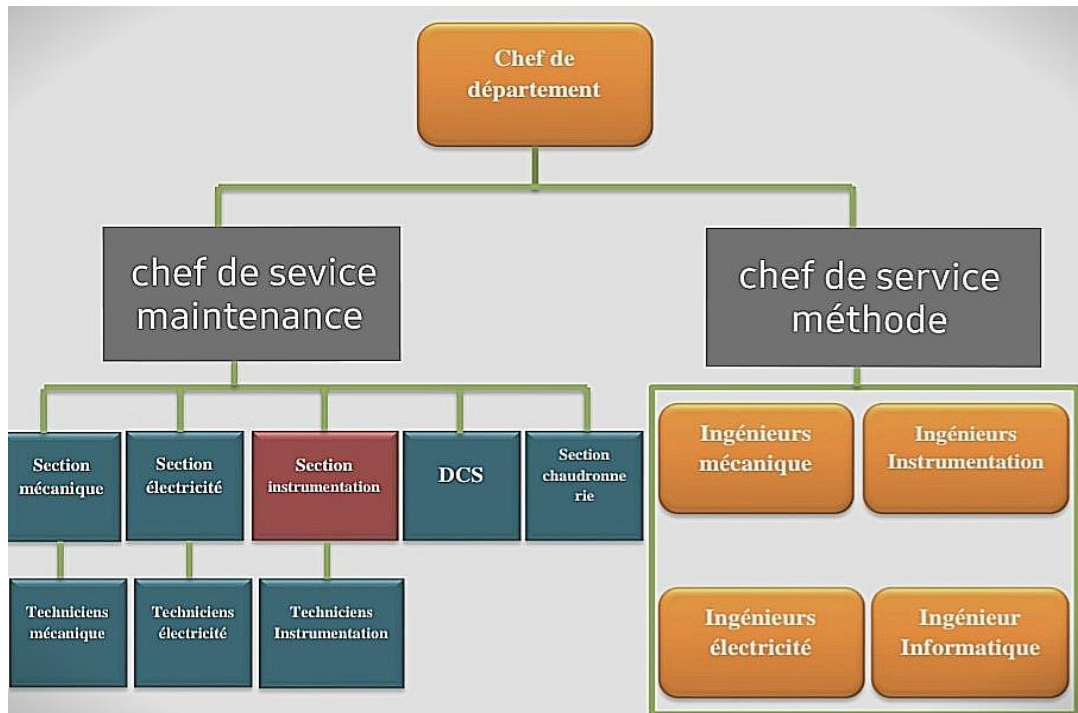


Figure I.6 : Organigramme du département de maintenance [5]

I.9. Conclusion:

Nous avons présenté dans ce chapitre une vue générale du site de BRN, ce site a un rôle important pour la production d’huile. Toutes les unités qui le composent constituent une chaîne pour produire de l’huile (pétrole).

« CHAPITRE II »

Unité de déshydratation du gaz et ses instruments



II.1. Introduction :

La présence d'eau dans le gaz et le bouchage des canalisations entraîne différents problèmes pour les exploitants. Pour éviter ces phénomènes, il est nécessaire de réduire la teneur en eau du gaz naturel au moyen de techniques de traitement appropriées.

La déshydratation du gaz naturel réduit également la corrosion et élimine les hydrates qui peuvent former des cristaux, colmater les canalisations et freiner l'écoulement des flux d'hydrocarbures gazeux. Cette procédure est réalisée par différents types de procédés : adsorption, absorption, perméation gazeuse ...

Dans ce chapitre on donne une vue générale sur le processus de déshydratation et on décrit l'unité de déshydratation et ses instruments utilisés.

II.2. But de la déshydratation :

- Eliminer la vapeur d'eau du gaz.
- Pour éviter la corrosion des équipements surtout si le gaz de séparation contient du CO₂ car $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Acide carbonique}$ (qui n'existe qu'en solution sous forme ionique).
- Supprimer le risque d'arrivées de gouttelettes dans les rotors des compresseurs centrifuges.
- Permettre les traitements en aval tel que dégazolinage & récupération des GPL.
- Diminuer la charge de travail des sécheurs à tamis moléculaires en amont des turboexpanders.
- Pour éviter les problèmes de corrosion des réseaux de gaz lift ou gaz injection. [6]

II.3. Les hydrates et conditions de leur formation :**II.3.1. Définition :**

Les clathrates de gaz, appelés couramment hydrates, sont des solides cristallins non stœchiométriques, qui se forment à partir d'eau et de gaz. Ils se forment sous certaines conditions de pression et de température, dans les conduites de transport d'hydrocarbures qu'ils finissent par s'obturer totalement. Le bouchage des équipements pétroliers entraîne pour les exploitants un surcoût considérable, lié à l'arrêt de la production, à la réparation ou au remplacement d'une pièce cassée, ou à la mise en place d'une procédure de destruction des bouchons d'hydrate. Outre cet aspect économique, les hydrates posent des problèmes de sécurité liés à leur instabilité, et à la quantité de gaz qu'ils renferment dans un volume restreint. C'est pourquoi la connaissance des conditions de la formation des hydrates de gaz est devenue un enjeu majeur de l'industrie pétrolière.[7]

II.3.2. Les conditions de formations des hydrates :

a. présence d'eau dans le gaz

b. les basses températures

c. les hautes Pressions

Les autres paramètres qui favorisent la formation d'hydrates, mais qui sont d'ordre moins important sont :

- L'augmentation de la turbulence de l'écoulement, tels que la vitesse d'écoulement élevée, pulsation de pression et toute type d'agitation ;
- La présence des fines particules jouant le rôle de germes de cristallisation tels que microcristaux d'hydrates et particules solides (poussières, oxydes de corrosion) « jouent un rôle catalytique dans la réaction de formation. [8]

II.3.3. Prévention des hydrates :

La formation des hydrates peut être évitée en se plaçant en dehors de conditions thermodynamiques de formation. Si c'est impossible, il est nécessaire pour éviter la formation des hydrates soit de réduire la teneur en eau du gaz par une opération de séchage soit d'utiliser des inhibiteurs.

Les inhibiteurs agissent comme des « antigels » ce sont des solvants miscibles en phase aqueuse qui en modifiant la fugacité de l'eau permettant d'abaisser la température de formation des hydrates.

II.3.4. Utilisation d'inhibiteurs :

Les alcools notamment les glycols et le méthanol, sont très largement utilisés comme inhibiteurs.

Le mono éthylène glycol parmi les glycols, celui qui se prête le mieux à l'inhibition des hydrates. En raison de sa masse moléculaire plus faible.

L'emploi de di éthylène glycol peut toutefois se justifier lors qu'il s'agit de réduire les pertes de solvant dans le gaz. Il est plus efficace à une concentration massique fixée.

Le méthanol est peu visqueux et n'est pas corrosif, par contre, sa forte TVR entraîne des pertes importantes en phase gazeuse, de plus la régénération par distillation du méthanol est relativement coûteuse, de ce fait le méthanol est souvent consommé en permanence sans être récupéré. Et l'ammoniac est l'un des inhibiteurs efficaces, mais il est toxique et forme avec le dioxyde de carbone en présence d'eau, des carbonates qui risquent de constituer un dépôt solide, et sa tension de vapeur est élevée il est difficile à récupérer.

II.3.5. Glycols pour la déshydratation :

Le choix de la solution de glycol est lié directement à son hygroscopicité (sa tendance à absorber l'eau), qui dépend de sa concentration. La vapeur d'eau est absorbée par la solution glycol, cette

absorption est réalisée dans le cas où la pression partielle de la vapeur d'eau dans le gaz en contact avec cette solution est supérieure à celle de l'eau dans la solution.

Le mono éthylène glycol MEG, di éthylène glycol DEG, et le tri éthylène glycol TEG sont les principaux produits utilisés pour la déshydratation du gaz naturel. Les facteurs qui ont amené à leur emploi sont leur stabilité excellente à la chaleur ainsi que leurs basses tensions de vapeur. Les glycols présentent l'avantage de pouvoir être facilement récupérés en phase liquide, régénérée par distillation et recyclée.

II.3.6. Tri éthylène glycol :

Est un diol vicinal de formule chimique HO-CH₂CH₂-O-CH₂CH₂-O-CH₂CH₂-OH "C₆H₁₄O₄" (désigné TEG). Il s'agit d'un liquide visqueux incolore inodore, il fond à -7 °C et bout à 285°C. Il est utilisé comme plastifiant pour vinyle, comme désinfectant, comme absorbeur d'humidité pour le gaz et dans les systèmes de climatisation, ou encore comme additif pour fluides hydrauliques et liquides de frein. Il est miscible avec l'eau et soluble dans l'éthanol, l'acétone, l'acide acétique, le glycérol, la pyridine et les aldéhydes. Il est faiblement miscible dans l'éther di éthylique et non miscible dans les huiles, les graisses et les hydrocarbures.

II.3.7. Avantages et inconvénients des glycols :

Glycol	Avantages	Inconvénients
MEG	Travaille à basse température. Un coût moyen.	Présente quelque tendance au moussage, donc il exige l'anti moussage ou des inhibiteurs qu'il faut ajouter.
DEG	Ne se solidifie pas dans une solution concentrée. Stable en présence de soufre, oxygène, et de CO ₂ . Moins coûteux par rapport aux autres.	Difficilement régénéré à 95%. Une différence du point de rosée entre l'entrée et la sortie de l'absorber minimale par rapport au TEG.
TEG	Ne se solidifie pas dans une solution concentrée. Stable en présence de soufre, oxygène, et de CO ₂ . Solubilité négligeable pour les hydrocarbures. Grande différence du point de rosée à la sortie de l'absorbeur.	Très coûteux. Présente quelques tendances au moussage donc il exige l'anti moussage ou des inhibiteurs qu'il faut ajouter

Tableau II.1 : Différence entre les types de Glycol [9]

Le tableau montre quelques avantages et inconvénients des glycols utilisés dans la déshydratation du gaz.

Dans la lumière de ces propriétés il semble évidemment que le tri éthylène glycol est le plus adéquat pour les procédés de déshydratation du gaz par absorption, de part de sa inertie face aux hydrocarbures, et d'autre part de sa viscosité qui ne change pas mêmes à des degrés de températures élevés de régénération. [9]

II.4. Schéma TI :

Le processus est décrit dans un « schéma mécanique » souvent désigné sous le vocable anglais de P & ID (Piping & Instrumentation Diagram ou Process and Instrumentation Diagram) qui se traduit par « schéma de tuyauteries et instrumentation du processus » ou schéma TI.

Un tel schéma TI utilise des symboles normalisés représentant sans ambiguïté les différents composants du processus :

- les équipements propres au processus lui-même
 - les équipements statiques pour les opérations de transport et de stockage (tuyauteries, bacs),
 - les équipements dynamiques pour les opérations de transformation (fours, tours de distillation, séparateurs, échangeurs, etc.).
- les équipements nécessaires au contrôle du processus
 - des prises de mesure (essentiellement de pression, débit, niveau, température) disposées sur les équipements
 - des instruments de mesure (indicateurs locaux, transmetteurs)
 - des organes de contrôle (régulateurs)
 - des organes de sécurité (alarmes, systèmes de commandes automatiques)
 - des organes de commande permettant de moduler ou de sectionner les flux de matières (vannes motorisées de sectionnement, vannes régulatrices, pompes, ventilateurs, etc.)
 - des organes de protection (soupapes). [23]

II.4.1. Symbolisation :

La norme NF E 04-203 définit la représentation symbolique des régulations, mesures et automatisme des processus industriels. Les instruments utilisés sont représentés par des cercles entourant des lettres définissant la grandeur physique réglée et leur(s) fonction(s). La première lettre définit la grandeur physique réglée, les suivantes la fonction des instruments. [10]

Cette norme (NF E 04-203), a pour ambition de faire coexister deux types de représentations graphiques :

- La symbolisation ISA (Instrument Society of America), d'utilisation internationale, présentée en Forme 1.
- La symbolisation d'inspiration européenne, présentée en Forme 2. [23]

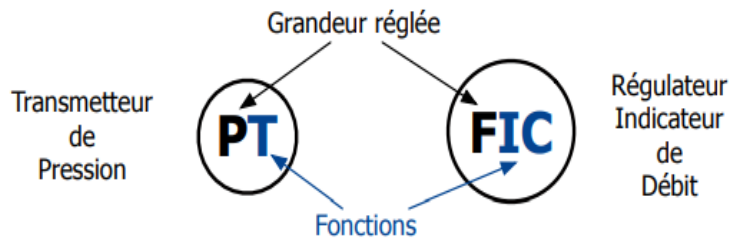


Figure II.1 : Schéma TI - Représentation de l'instrumentation [10]

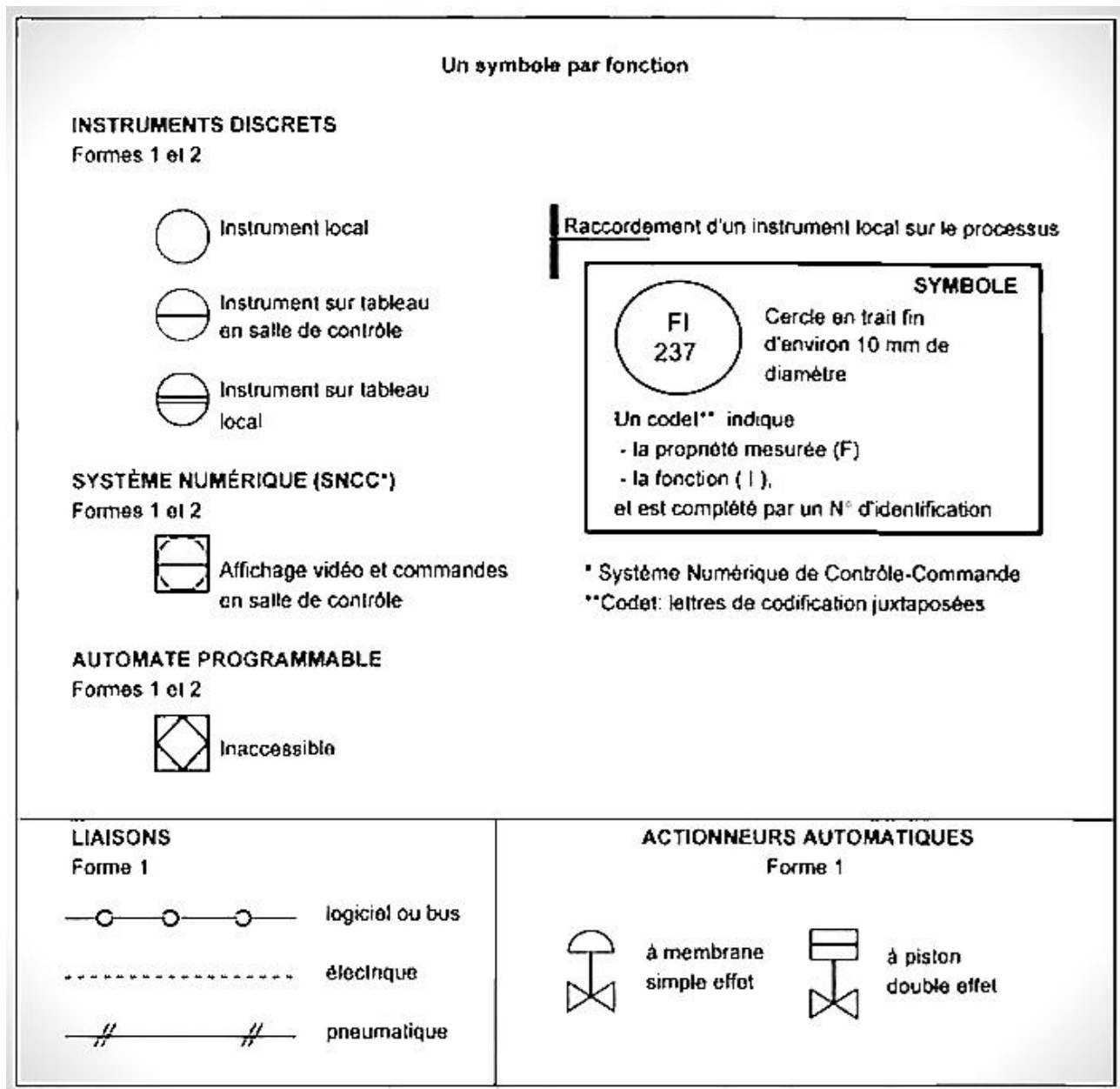


Figure II.2 : Symbolisation de l'instrumentation [23]

	Première lettre Variable mesurée	Lettres suivantes		
		Affichage ou fonction passive	Fonction	Complément
A	Analyse	Alarme		
B	Combustion (flamme)			
C	Conductivité (Note 2)		Régulateur	
D	Masse volumique (Note 2)			Différence (Note3)
E	Tension	Élément primaire		
F	Débit			Proportion (Note 3)
G	(Note 1)	à glace		
H	Commande manuelle			Haut
I	Courant (électrique)	Indicateur		
J	Puissance			
K	Temps			
L	Niveau	Voyant lumineux		Bas
M	Humidité (Note 2)			
N	Viscosité (Note 2)			
O	(Note 1)			
P	Pression			
Q	Quantité	Totalisateur		
R	Rayonnement	Enregistreur		
S	Vitesse		Commutateur	
T	Température		Transmetteur	
U	Variables multiples			
V	Vibration		Vanne	
W	Masse ou force	Puits thermométrique		
X	(Note 1)			
Y	Événement		Relais de calcul	
Z	Position			

Notes

- 1 Lettre laissée au libre choix de l'utilisateur
- 2 Lettre laissée au libre choix de l'utilisateur si la variable répertoriée n'est pas utilisée
- 3 En complément à la première lettre d'identification (exemple: PDI)

Tableau II.2 : Repères d'identification [23]

II.5. Description d'unité : (du train 3)

Dans l'usine CTH, l'huile provient des puits est dégazé, déshydraté, dessalé et stabilisée avant d'être envoyée au stockage et expédie via pipeline ; le gaz associé récupéré des différents niveaux de pression est recomprimé, déshydraté et envoyé à la réinjection dans les puits pour maintenir la pression des gisements.

Le 3^e train traite le brut (gaz, huile, eau) venant des puits de zone ROD (Rhoud Ouled Djemaa) séparé de l'huile et recomprimé à 35 bars abs, est déshydraté pour éviter des condensations d'eau aux unités en aval (compression et rejection dans les puits).

Le gaz flash issu du réfrigérant de refoulement du compresseur de gaz -VN-302).

II.5.1. Scrubber gaz humide 310-VN-302 :

Le Scrubber fait l'élimination des liquides libres (eau et condensats) et des particules solides du gaz d'alimentation avant qu'ils ne pénètrent dans le contacteur de glycol (310-VE-301) par ce que leur présence accroît la charge du rebouilleur et peut entraîner une accumulation de sel dans les éléments de chauffage du régénérateur.

Le niveau de liquide hydrocarbure dans le scrubber est contrôlé par LIC-301.

Les hydrocarbures accumulées sont envoyés vers séparateur tri-phasique 210-V-01. Dans le cas où le niveau de Scrubber 310-V-01 devient très bas, intervient un interrupteur de bas niveau qui ferme la vanne LV-301.

Le gaz sortant du Scrubber est envoyé vers 310-VE-301(Colonne d'absorption).

II.5.2. Colonne d'absorption 310-VE-301:

Le contacteur est une colonne d'absorption et elle est équipée d'un garnissage structuré servant de matériau de contact. Le gaz d'alimentation saturé est introduit au fond du contacteur et il s'élève dans la colonne, alors que du tri-éthylène glycol (TEG) pauvre issu du package de régénération de glycol -380-XX-302) est injecté en haut de la colonne. Le gaz et le TEG pauvre sont mélangés à contre-courant dans la section du garnissage et la vapeur d'eau est éliminée du gaz.

Le gaz sec ressort par la tête du contacteur et passe par le coalesceur de glycol (310-CQ-302) jusqu'au système de compression de réinjection de gaz.

Le niveau du glycol dans la colonne d'absorption est contrôlé par LIC-303.

II.5.3. Coalesceur de glycol 310-CQ-302 :

Le coalesceur de glycol est nécessaire pour éliminer et récupérer le TEG entraîné dans le flux de gaz sec. Le gaz sec sort par le haut du coalesceur vers le système de compression de réinjection de gaz. Le glycol riche ressort au fond du contacteur de glycol par contrôle de niveau et, avec le glycol éventuellement récupéré à partir du coalesceur, s'écoule vers le condenseur à reflux (380-HZ-301) au niveau du système de régénération de glycol,

Il fait la séparation du : gaz / H₂O / glycol (filtration)

II.6. Les instruments :

- ❖ Au niveau de l'unité de déshydratation, quatre (04) paramètres importants doivent être mesurés à l'aide des capteurs :

Niveau, température, Pression, Débit.

II.6.1. Capteur :

Un capteur est un organe capable d'acquérir une grandeur physique à mesurer, et de la transformer en une grandeur exploitable par une unité de traitement. Le signal de sortie d'un capteur est très souvent électrique (courant ou tension).

La grandeur physique à mesurer peut être très variée : déplacement, température, pression, vitesse, position, couleur, radioactivité, dimension ...

II.6.2. Transmetteur :

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

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

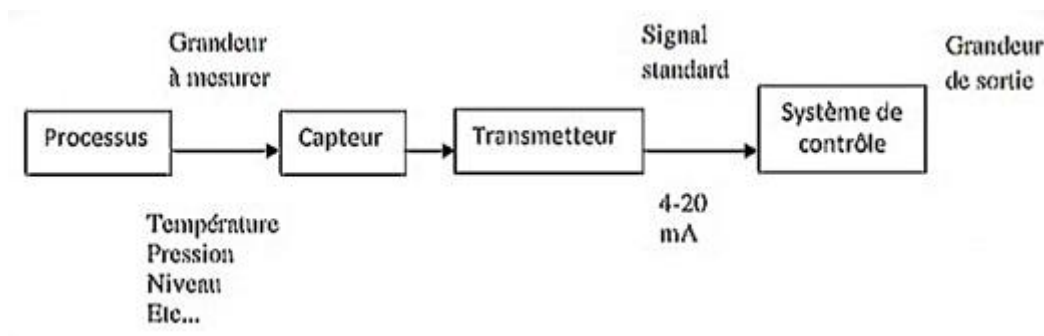


Figure II.3 : Capteur / transmetteur en situation

II.6.3. Les instruments de mesure :

II.6.3.1. Mesure de pression :

Il s'agit là d'un paramètre que l'on doit connaître aux différents niveaux du processus. La lecture de la pression dans les différents points du processus se fait, soit au niveau local par le biais de manomètres (indicateurs de pression), soit au niveau de la salle de contrôle, auquel cas cette information aura été transmise grâce à des transmetteurs pour une mesure continue ou grâce à des pressostats pour des mesures discrètes.

II.6.3.1.a. Manomètre :

Les manomètres utilisés sont de type de bourdon à indication locale, le principe de fonctionnement de ces capteurs est le suivant : Le tube de bourdon est brasé, soudé ou vissé avec le support de tube qui forme généralement une pièce complète avec le raccord. Par l'intermédiaire d'un trou dans le raccord, le fluide à mesurer passe à l'intérieur du tube. La partie mobile finale du tube se déplace lors de changement de pression (effet bourdon). Ce déplacement qui est

proportionnel à la pression à mesurer est transmis par l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression.

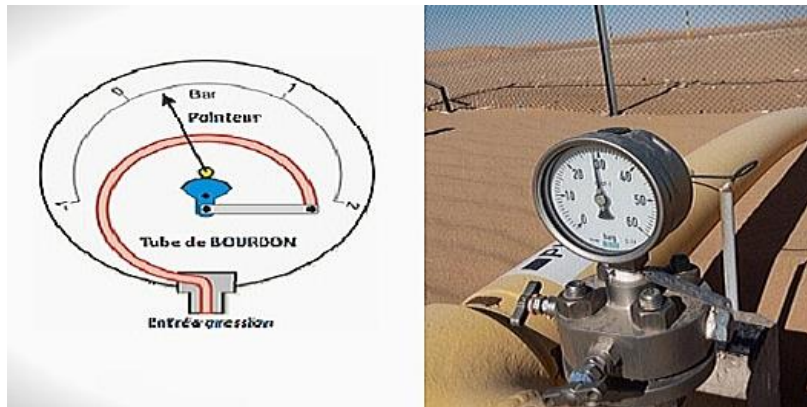


Figure II.4 : Manomètre

II.6.3.1.b. Pressostat :

Pressostat est un dispositif comprenant un commutateur électrique dans lequel le mouvement des contacts est réalisé pour une valeur prédéterminée de la pression du fluide. Les pressostats utilisés sont des instruments robustes de haute fiabilité ayant un mécanisme de contact à déclic double. Ils sont munis d'un tube de Bourdon spécial ayant une excellente durabilité et de micro-interrupteurs à haute sensibilité. Ces pressostats sont de type résistant au feu par leur construction contre l'explosion. Son principe de fonctionnement est le suivant : Par l'action du tube Bourdon, le micro-interrupteur est entraîné directement pour ouvrir ou fermer le circuit. La pression de tirage peut être changée en faisant glisser le porte-micro-interrupteur au moyen d'une vis de réglage. Ces appareils sont réglables à la valeur voulue et sont alimentés avec une tension de 24 VCC.

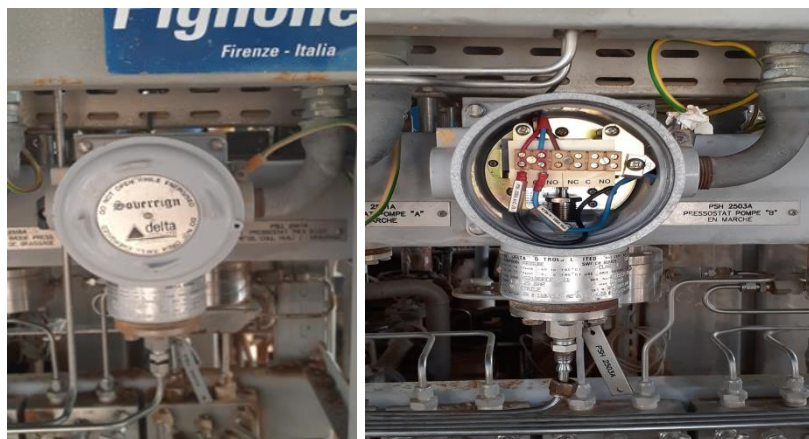


Figure II.5 : Pressostat

II.6.3.1.c. Transmetteur de pression :

Un transmetteur de pression est un dispositif destiné à convertir les variations de pression en variations de tension électrique. Lorsque la sonde est reliée à un système numérique, les variations

analogiques sont d'abord converties en signaux numériques binaires par un convertisseur analogique-numérique avant d'être transmises à l'ordinateur de contrôle et de gestion, L'unité de pression fournie par la sonde peut être exprimée en différentes unités, telle que bar, pascal, etc.



Figure II .6 : Transmetteur de pression

II.6.3.2. Mesure de débit :

Un débit est la quantité de matières en masse, en poids ou en volume d'un fluide (liquide ; gaz ou vapeur) s'écoulant par unité de temps.

II.6.3.2.a. Transmetteur de débit :

Ce type de mesure consiste à introduire dans une tuyauterie une plaque munie d'un orifice central. Au passage de la plaque les filets se rapprochent, ce qui provoque la mise en service du fluide, et par conséquent une variation de la pression statique. loi de variation : $Q = k \cdot \sqrt{\Delta P} \dots (II.1)$

La chute de pression statique au travers de l'organe déprimogène dépend du débit de fluide. Cette chute de pression, ou différence de pression de part et d'autre de l'orifice, peut être facilement mesurée et est reliée au débit par la relation suivante :

Avec : Q : Débit de fluide

ΔP : Chute de pression lors de la traversée de l'orifice , K : Coefficient de débit



Figure II.7: Transmetteur de débit

II.6.3.3. Mesure de température :

Généralement, la sécurité des procédés pétroliers est sensible à l'augmentation de la température. Il est alors nécessaire d'installer des capteurs pour l'indication locale de ce paramètre; cette information pouvant être également transmise parfois au système de contrôle par des transmetteurs

II.6.3.3.a. Thermocouple :

Les thermocouples sont utilisés pour assurer et indiquer la température. Il existe deux fonctions distinctes dans l'utilisation de ces appareillages :

- indication de température de peau des tubes ;
- indication de température des fluides.

Un couple thermoélectrique ou un thermocouple est un ensemble constitué par deux fils métalliques conducteurs homogènes et différents, réunis à leurs extrémités avec jonctions ou soudures. Lorsqu'on a une différence de température entre les jonctions, il se produira une tension proportionnelle à cette différence de température. Si la température d'un point de connexion est connue, la température de l'autre point de connexion peut être connue en mesurant la tension produite. Etendue de mesure : 300 ___ 1500 °C

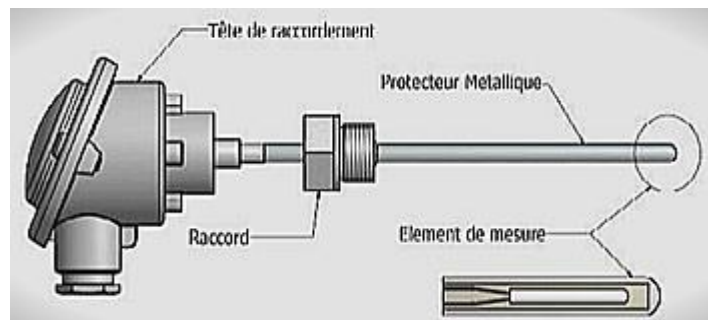


Figure II.8 : Thermocouple de type K

II.6.3.3.b. Sonde Pt100 :

Une sonde Pt100 est un type de capteurs de température aussi appelé RTD (détecteur de température à résistance) qui est fabriqué à partir de platine. Quand la température change, la résistance de la sonde change. Le nombre « 100 » indique qu'elles présentent une résistance de 100 ohms à une température de 0 °, et il est de loin le capteur Pt100 le plus utilisé.

Il existe deux types principaux d'éléments Pt100: à fil enroulé et à couche mince

Etendue de mesure : -100 ___ 400 °C.

II.6.3.3.c. Transmetteur de température :

Un appareil équipé d'une interface électronique qui converti le signal brut du capteur (pt100, thermocouple) en un signal filtré, amplifié et standardisé.



Figure II.19 : Transmetteur de température

II.6.3.4. Mesure de niveau :

Par définition, le niveau est la hauteur entre la surface libre du liquide contenu dans une capacité, et un point pris comme référence (niveau à simple liquide).

Aussi, le niveau peut être défini comme la hauteur entre la surface de séparation de deux liquides (non miscibles et de densités différentes) et un point pris comme référence (niveau à interface).

Dans tous les cas, le niveau est une quantité repérable. Il est exprimé par une hauteur, donc par une mesure de longueur.

II.6.3.4.a. Plongeur :

Dans cet appareil on utilise le principe d'Archimède, mais ici le corps n'est pas un flotteur car la poussée est plus faible que son poids, si on l'abandonne à lui-même il s'immerge complètement. Le plongeur est un cylindre immergé dont la hauteur est au moins égale à la hauteur maximale du liquide dans le réservoir. Il est suspendu à un capteur dynamométrique qui se trouve soumis à une force F (le poids apparent), fonction de la hauteur L du liquide comme suite : $F = \rho \cdot g \cdot s \cdot L \dots$ (II.2)

ρ : masse volumique , g : accélération de la pesanteur, s : surface, L : hauteur

F : est la poussée d'Archimède s'exerçant sur le volume immergé du plongeur.



Figure II.10 : Plongeur

II.6.3.4.b. Flotteur :

Le flotteur se maintient à la surface du liquide, il est soumis à la poussée d'Archimède exercée

par le liquide, laquelle se traduit par un faible déplacement du flotteur qui est solidaire d'un capteur de position qui délivre un signal électrique correspondant au niveau. Sa position est peu dépendante de la masse volumique de liquide. Les flotteurs sont généralement des détecteurs de niveaux

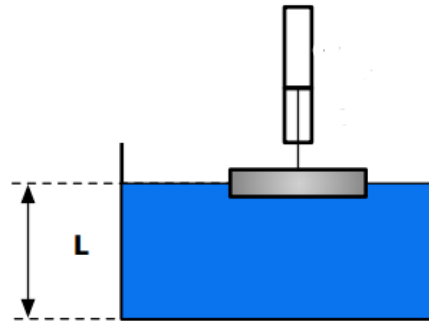


Figure II.11 : Flotteur

II.6.3.4.c. Transmetteur de niveau :

Ces appareils sont des outils permettant de mesurer une différence de pression entre 2 fluides. Dans le monde industriel, on peut les utiliser par exemple pour contrôler les tubes d'impulsion afin d'éviter le givrage ou l'encrassement et ainsi augmenter la sécurité et le rendement. Elles permettent aussi en calculant la différence entre la pression statique et la pression hydrostatique de connaître la quantité de liquide restant dans les tubes.

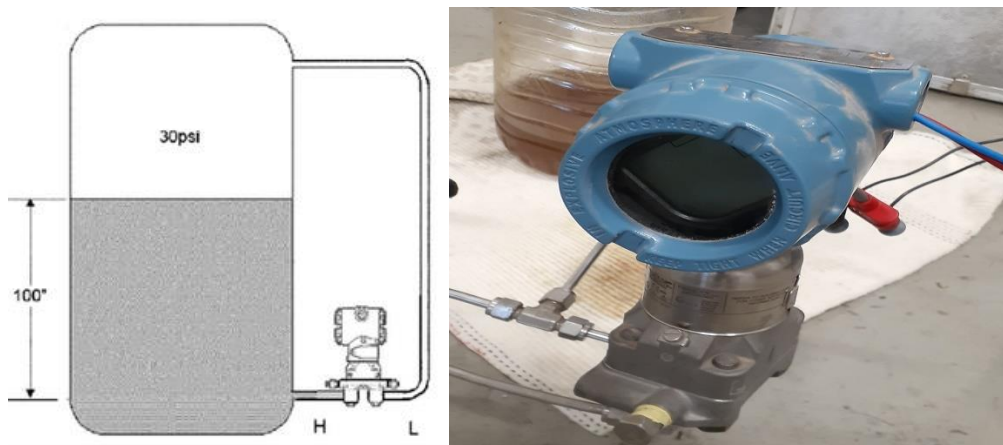


Figure II.12 : Transmetteur de niveau

II.6.4. Les actionneurs :

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

II.6.4.1. Les vannes :

La vanne est un dispositif permettant de régler le débit d'un fluide, ou d'un solide pulvérulent s'écoulant comme un fluide, dans une conduite fermée ou dans un ouvrage ou appareil à écoulement

libre. Elle peut être commandée manuellement par un volant ou à distance par un signal électrique ou pneumatique. On peut classer les vannes selon les critères suivants :

- Par la taille : depuis le simple robinet jusqu'à la vanne de régulation du débit d'arrivée d'eau dans une centrale hydroélectrique.
- Par la fonction : vanne régulatrice de débit, vanne de purge, vanne d'arrêt.
- Par le principe employé : vanne papillon, vanne à boisseau, vanne à trois voies.
- Par le système de commande : manuelle, électrovanne. [11]

II.6.4.1.a. Vanne régulatrice :

Dans une boucle fermée, l'organe final est une vanne automatique. La vanne fonctionne exclusivement avec de l'air instrumenté dépourvu d'humidité. Pour cela, l'utilité du sécheur d'air est indispensable afin d'éviter tout bouchage et corrosion des capillaires qui alimentent le convertisseur afin de réguler l'ouverture de la vanne en accord avec le signal de commande. En outre, il permet d'amplifier le signal de sortie sur le servomoteur et un filtre détenteur lequel alimente le positionneur et retient les minimes particules contenues dans l'air.

- Le servomoteur, généralement pneumatique, est l'organe permettant d'actionner la tige de clapet de la vanne. Pour une pression d'air donnée dans le servomoteur, un ressort se contracte d'une longueur telle que la force résultante (proportionnelle au raccourcissement du ressort) soit égale à la force motrice correspondante.
- Le positionneur est un dispositif permettant d'asservir la course du clapet au signal de commande provenant du régulateur.

Pour un bon fonctionnement de la régulation, il est indispensable que la course du clapet demeure exactement proportionnelle à la valeur du signal de sortie du régulateur.

- Le convertisseur I/P est utilisé dans toutes les boucles électroniques dont l'actionneur est pneumatique, il transforme le signal électrique de commande venant des transmetteurs (4-20 mA) en signal pneumatique normalisé (3-15 Psi).

La différence entre le convertisseur I/P et le positionneur électro-pneumatique est que nous n'avons plus de position de vanne.

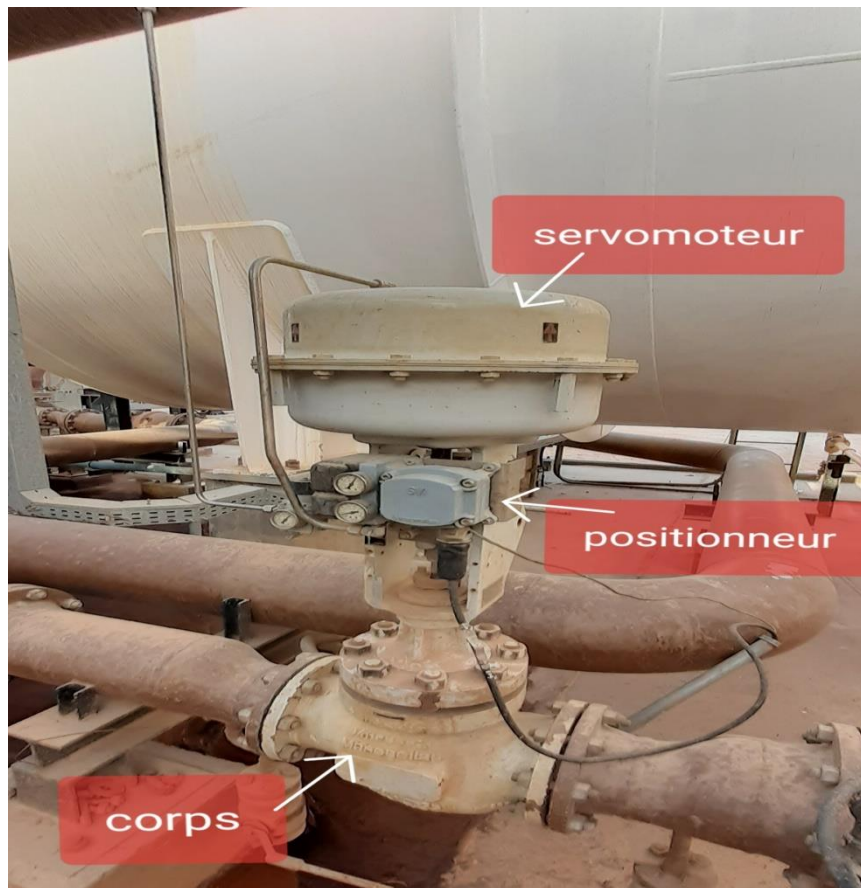


Figure II.13 : Vanne Régulatrice

II.6.4.1.b. Vanne Tout Ou Rien :

Une vanne «Tout Ou Rien» utilisée pour contrôle de débit des fluides en tout ou rien, c'est à dire elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou deux états 0 et 1 (ou 0 et 100%), donc soit ouverte ou fermée.

Les vannes tout ou rien sont utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie où la précision de régulation n'est pas importante. On site par exemple : SDV, BDV...

- Electrovanne, commande la vanne TOR, est composée de quatre éléments principaux :
 - le corps
 - le tube culasse en forme de cheminée supportant la tête magnétique
 - la tête magnétique comprenant le circuit magnétique et la bobine surmoulée
 - un noyau mobile portant la tige et les clapets.

Son principe de fonctionnement est le suivant :

Ce sont des dispositifs monostables, c'est-à-dire qu'elles sont à simple effet.

L'électrovanne s'ouvre lorsque la bobine est excitée par un courant électrique de commande. Le champ magnétique de la bobine provoque le déplacement d'une palette et d'un électroaimant qui actionne le clapet. Un ressort rappelle le noyau en position repos après la disparition du signal électrique de commande.

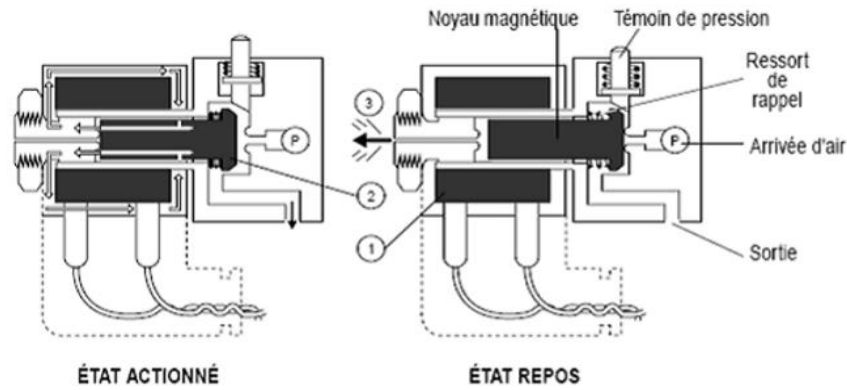


Figure II.14 : Electrovanne

- Quand la bobine (1) est sous tension “ÉTAT ACTIONNÉ”, le noyau est attiré et autorise l'arrivée d'air.
- Quand la bobine (1) n'est pas sous tension “ÉTAT REPOS”, l'orifice de sortie communique avec l'orifice de mise à l'échappement 3 et le clapet 2 solidaire du noyau, obture l'arrivée d'air.

- Les fins de course sont des contacts intégrés sur les vannes TOR qui nous indiquent la position du corps

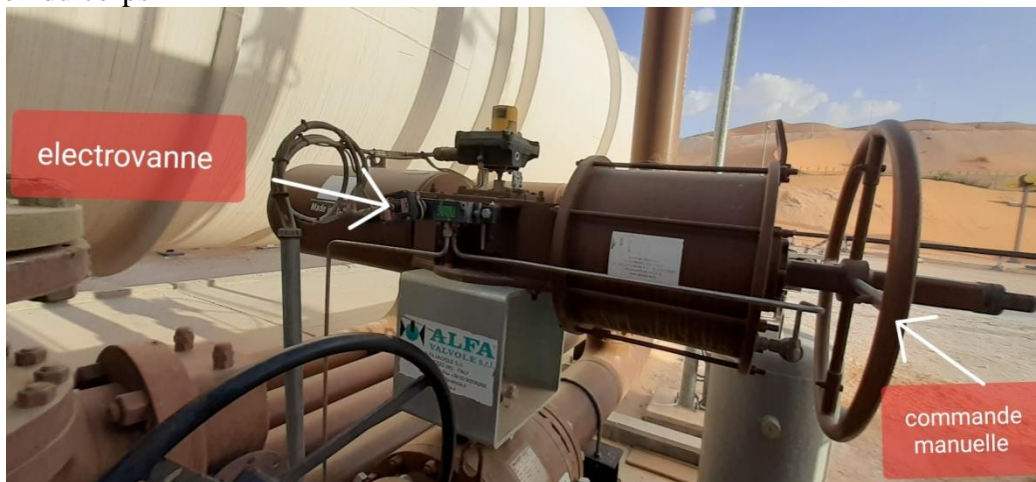


Figure II.15 : Vanne T-O-R

II.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a fait une étude sur la déshydratation du gaz, ce qui nous a permis de savoir et de comprendre son concept, son principe, son besoin dans la procédure de traitement de gaz ainsi que les instruments utilisés pour la réaliser.

La déshydratation du gaz dépend d'une grande partie de ses instruments, alors sa réalisation nécessite de maintenir les instruments utilisés en bon état de marche, donc il faut mettre en place un programme stricte de maintenance corrective et préventive.

« CHAPITRE III »

Automate Programmable Industriel et Ladder Diagram



III.1. Introduction :

L'évolution du monde industriel dans les techniques de commande, exigé à l'automatisation des résultats importants. Elle doit gérer des contraintes énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans les modes de marche/arrêt du système, et cela grâce à l'apparition de nouvelles techniques s'appuyant sur des systèmes très puissants et très flexibles : les automates programmables.

Pour modéliser un système automatique on s'appuie sur l'un des outils graphiques de modélisation tel que la logique diagramme, les réseaux de pétri (RDP) ou l'Organigramme, qui ont pour but de traduire le cahier des charges, élaboré en fonction des relations existantes entre la partie commande et la partie opérative et des conditions d'utilisations, en forme simple permettant de passer facilement à la programmation du système.

Dans ce chapitre nous présentons les API et leurs fonctionnements, spécifiquement l'API Siemens S7-300 le langage de programmation: Ladder diagram

III.2. Automatisation :

L'automatisation, plus répandue dans les secteurs de la fabrication et de la robotique, correspond à l'utilisation des technologies pour effectuer certaines tâches avec une intervention humaine réduite. Pour ça, l'automatisation est utile à toutes les entreprises pour éliminer les tâches répétitives.

III.2.1. Définition :

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

- Réalisant leurs fonctions en relative autonomie.
- Assurant un contrôle des performances par la mise en place possible d'une chaîne de retour.
- L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination, auparavant exécutés humains. [15]

III.2.2. Avantages et inconvénients de l'automatisation:

III.2.2.a. Avantages :

- Augmenter la sécurité
- Adaptation à :
 - des contextes particuliers tels que les environnements hostiles pour l'homme (milieu toxique, dangereux.. nucléaire...)
 - des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges...)

- Améliorer la productivité des installations en augmentant leur autonomie de fonctionnement
- Simplifier le travail de l'humain

III.2.2.b. Inconvénients :

- Les pannes
- Investissement pour l'achat des machines
- Coût de maintenance
- Incidence sur l'emploi (chômage).

III.2.3. Structure et organisation générale d'un système automatisé :

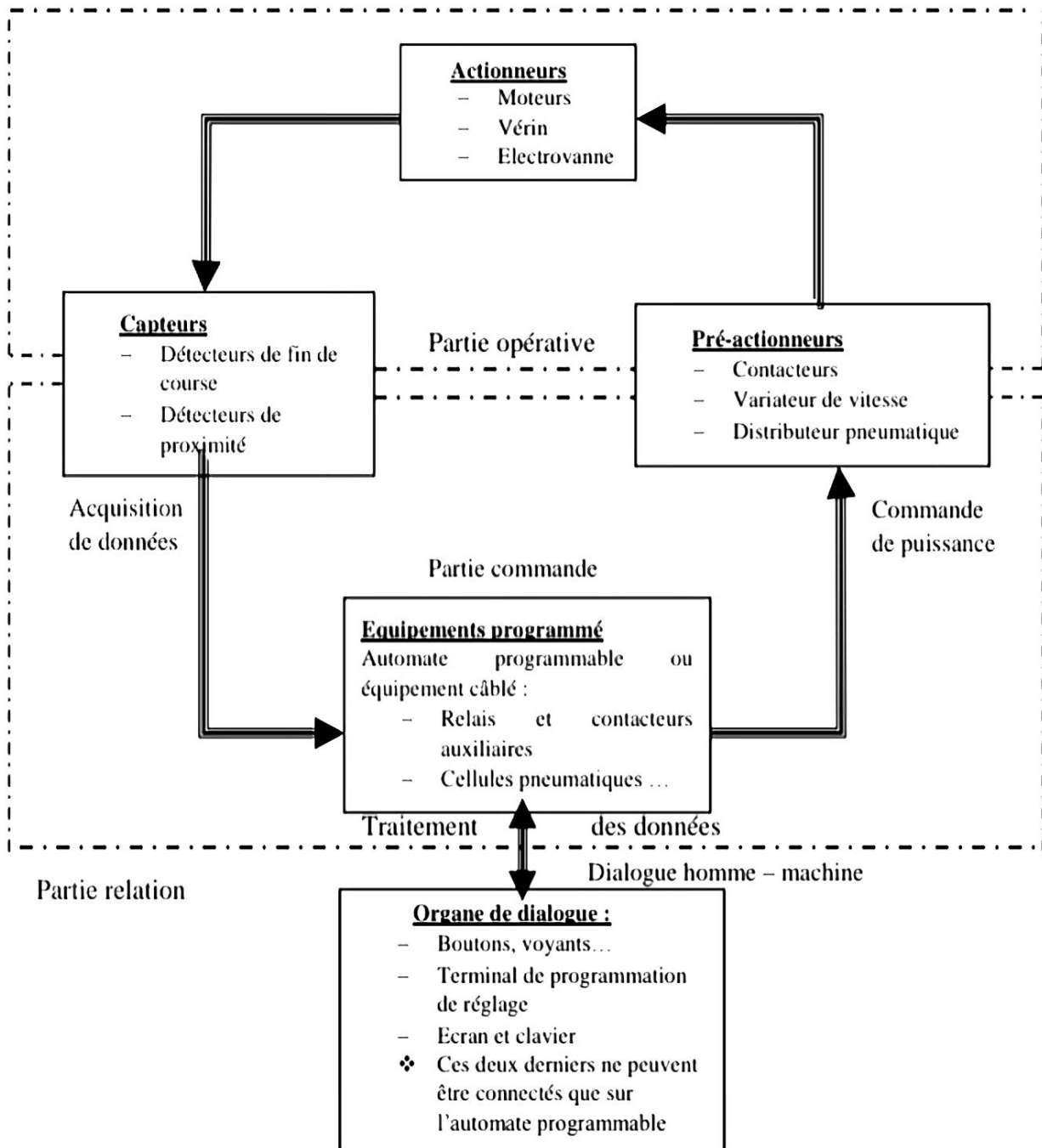


Figure III.1 : Schéma de structure d'un système automatisé [11]

Un système automatique exécute le même cycle de travail après avoir reçu les consignes, et les opérations s'enchaînent sans l'intervention de l'utilisateur. Un opérateur assure la programmation, le démarrage du système et son arrêt.

III.2.3.1. Partie opérative (PO) :

Est en général mécanisée, c'est elle qui assure la conversion de puissance et agit sur le processus automatisé ou sur la matière d'œuvre.

C'est la partie d'un système automatique qui exécute l'action. Elle agit selon les ordres donnés par la partie commande, les exécute et transmet des informations à cette dernière par des capteurs.

Elle comporte habituellement :

Pré-actionneurs : comme les contacteurs (pour des moteurs électriques) et les distributeurs (pour des vérins pneumatiques), ont le rôle de distribuer l'énergie aux actionneurs.

Actionneurs : organes techniques qui transforment l'énergie d'entrée appliquée, distribuée par les pré-actionneurs, en une énergie de sortie (généralement mécanique) utilisable.

Capteurs : sont des éléments de prélèvement et de codage d'informations sur un processus ou sur l'environnement du système.

III.2.3.2. Partie commande (PC) :

Cette partie, cerveau du système, reçoit / traite des informations venant des capteurs afin d'envoyer les ordres qui vont être exécutés par la P.O par l'intermédiaire des pré-actionneurs.

Elle peut être réalisée selon deux types de technologies :

III.2.3.2.a. Logique câblée :

Est utilisée si le fonctionnement du système est prédéfini, figé, et simple (plafonnier de voiture par exemple). L'élément principal s'appelle module séquenceur et l'association de modules constitue un ensemble appelé séquenceur. Le séquenceur peut être électronique (portes et bascules logiques) ou pneumatique (distributeur). [14]

Le fonctionnement de l'installation est défini par câblage entre les différents éléments et la modification de ce fonctionnement impose une modification du câblage

- Avantage : - Automatisation simple et rapide à mettre en œuvre
- Inconvénients : -Volume du contrôleur proportionnel à la complexité du problème.
- Des modifications de la commande impliquent des modifications de câblage. [17]

III.2.3.2.b. Logique programmée :

Est choisie en cas de réalisation unitaire, comportant de nombreuses entrées / sorties, nécessitant des modifications de temps en temps (par exemple partie de ligne de production automatique). La programmation est réalisée directement en différents langages à l'aide d'une console de

programmation (permission de saisir et simuler l'automatisme au calme, avant le test). L'élément principal de cette technique s'appelle API. [14]

Un changement de fonctionnement consiste à modifier le programme sans avoir à toucher aux raccordements des capteurs et des prés actionneurs

- Avantages :
 - Souplesse et adaptabilité de l'installation (Remplacement des fonctions combinatoires et séquentielles par un programme).
 - Facilité de modification de la loi de contrôle: il suffit de modifier le programme.
 - Simplification de la maintenance.
 - Solution plus compacte : Faible liaison entre le volume matériel et la complexité du problème (Effet simplement sur les entrées / sorties et taille mémoire).
- Inconvénients :
 - Vitesse inversement proportionnelle à la complexité du problème. Ceci peut être une limitation pour des processus électromécaniques rapides.
 - Le coût est plus cher. [17]

III.2.3.3. Partie Relation (PR) ou pupitre de commande :

Le pupitre de commande permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, et par le dialogue ou d'Interface Homme-Machine (IHM).

III.3. Automate Programmable Industriel :

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante, exactement en 1969, à la demande de l'industrie automobile américaine, en l'occurrence, General Motors (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de ses systèmes de commande.

Ce succès donne naissance à une industrie mondiale qui s'est considérablement développée.

L'API représente aujourd'hui l'intelligence des machines et des procédés automatisés de l'industrie.

III.3.1. Définition d'API:

L'automate programmable industriel est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel des données. Il envoie des ordres vers la partie puissante ou bien opérative (contient des actionneurs) à partir des pré-actionneurs en fonction des données d'entrée (capteur ou boutons poussoirs) de la partie commande ou Système de Contrôle / Commande (SCC), qui sont dirigés par un programme informatique. [13]

Selon la norme française EN 61131-1, l'automate programmable est un :

« Système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées utilisateurs aux fins de mise en œuvre des fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage, et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties Tout Ou Rien ou analogiques divers types de machines ou de processus. L'automate programmable et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et être facilement utilisés dans toutes leurs fonctions prévues. » [14]

III.3.2. Architecture des API :

III.3.2.1. Aspect extérieur :

Les automates programmables industriels peuvent être de type compact ou modulaire.

➤ Type compact (centralisé) :

Appelés aussi : micro-automates. Ils intègrent le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties dans un seul boîtier (rack). Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

➤ Type modulaire :

Ce type se présente comme un ensemble de blocs fonctionnels. Généralement, chaque bloc est physiquement réalisé par un module spécifique (coffret, rack, baie ou cartes). Ces différents modules s'articulant autour d'un canal de communication: le bus interne. L'automate programmable est du type modulaire contenant un rack, un module d'alimentation, un processeur, des modules d'E/S, des modules de communication et de comptage. Cette organisation modulaire permet une grande souplesse de configuration pour les besoins de l'utilisateur, ainsi qu'une maintenance facile.[17]

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes ou puissants, où capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



Figure III.2 : Types d'automates

a. Automate modulaire (Modicon) b. Automate compact (LOGO)

III.3.2.2. Aspect intérieur :

La structure interne d'un automate programmable industriel API est assez voisine de celle d'un système informatique simple [20], Cette structure comporte des parties principales tels que : Une unité de traitement (un processeur CPU); une mémoire ; des interfaces et des modules d'entrées-sorties, une alimentation et un bus interne (liaisons parallèles) qui est utilisé pour échanger les informations entre les différents éléments de l'automate (entrées, sorties, mémoires).

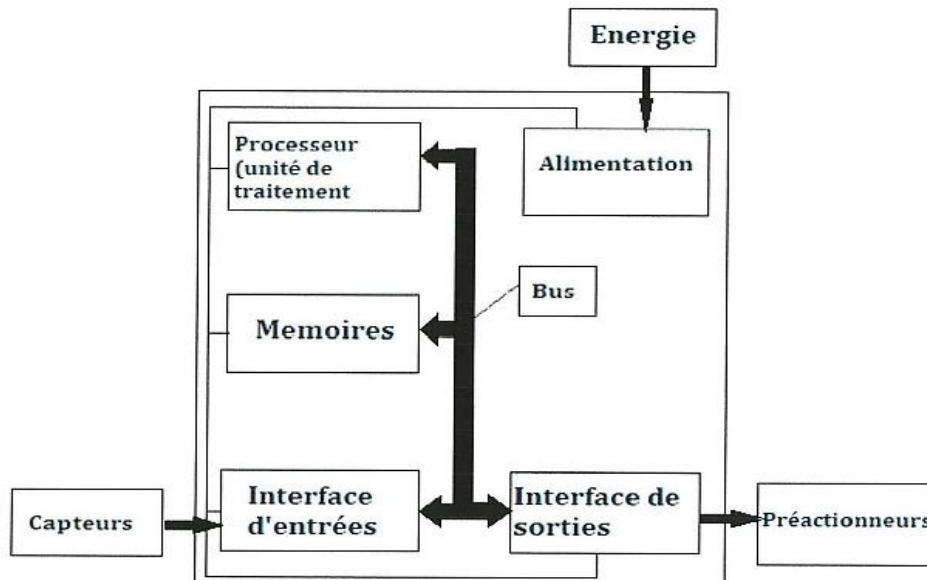


Figure III .3 : Structure interne d'automate [18]

- **Le processeur ou unité centrale de traitement (CPU)** contient le microprocesseur. Le CPU interprète les signaux d'entrée et effectue les actions de commande conformément au programme stocké en mémoire, en communiquant aux sorties les décisions sous forme de signaux d'action.[21]

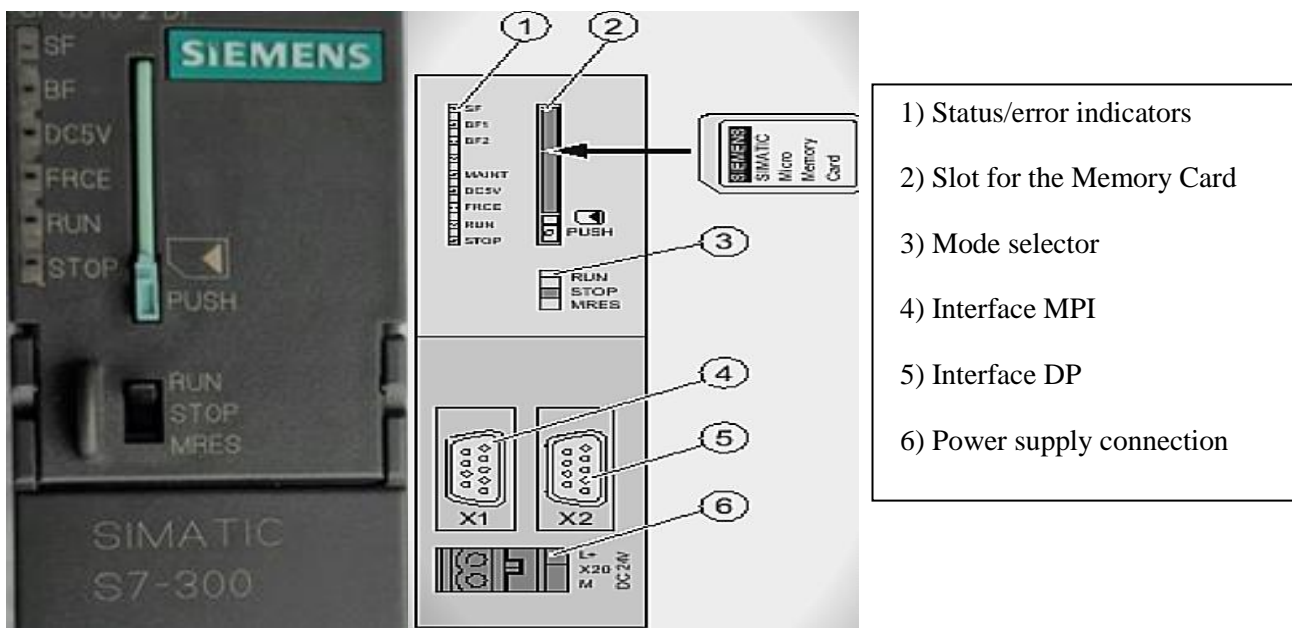


Figure III .4 : Illustration de CPU

Dans notre cas : S7-300 avec CPU 314C-2 DP, la CPU boîtier comporte :

- Commutateur de mode :

MRES : Mode Reset (effacement), *STOP* : Arrêt d'exécution du programme

RUN : Programme exécuté

- LED de Signalisation d'état : [4]

SF (rouge) : Signalisation de défauts, défaut interne de la CPU ou d'un module avec fonction de diagnostic,

BF (rouge) : Défaut dans la communication (bus)

DC5v (verte) : Signalisation de la tension d'alimentation interne 5 V, allumage fixe 5V ok ;

clignote : surcharge courant.

FRCE (jaune) : Forçage ; Signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.

RUN (verte) : Clignotement à la mise en route de la CPU.

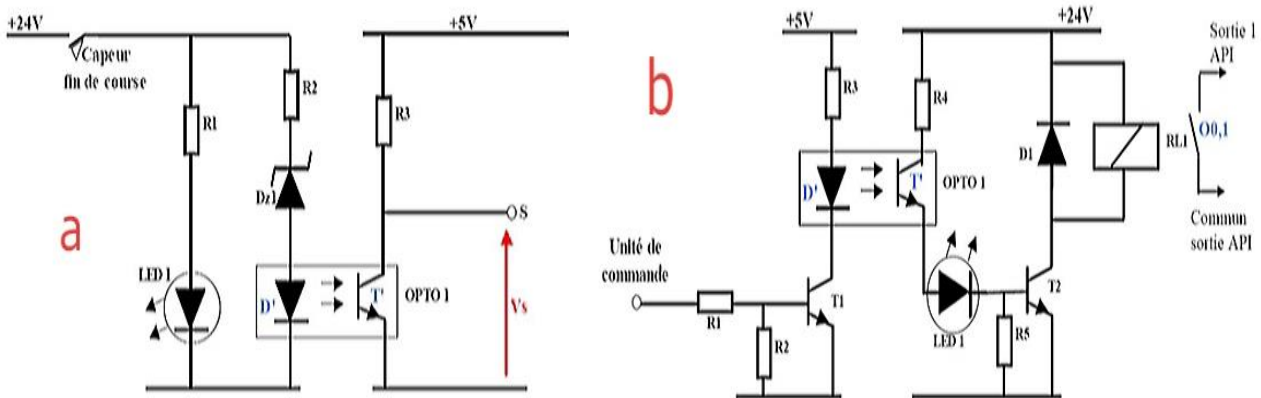
STOP (jaune) : Allumage continu en mode stop. Clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis. Clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours. Clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis par un affichage de la carte mémoire.

- **La mémoire** contient le programme qui définit les actions de commande effectuées par le microprocesseur. Elle contient également les données qui proviennent des entrées en vue de leur traitement, ainsi que celles des sorties. La taille de la mémoire est souvent indiquée en fonction du nombre d'emplacements disponibles. 1 K représente le nombre 2^{10} , c'est-à-dire 1024. Une mémoire de 4 K octets peut donc enregistrer 4 096 octets.

Il existe trois types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- Mémoire de programme : Cette mémoire est utilisée pour stocker le programme. Elle est en général de type EEPROM (electrically rasable PROM : mémoires mortes reprogrammables effacement électrique).
- Mémoire système : Cette mémoire, présente dans le cas d'automates à microprocesseurs, est utilisée pour stocker le système d'exploitation et elle est programmée en usine par le constructeur. Elle peut donc sans problème être réalisée en technologie PROM (c'est-à-dire programmable une seule fois, sans possibilité d'effacement) voire ROM (mémoire morte accessible uniquement en lecture). [17]
- Mémoire de données : Elle est utilisable en lecture-écriture des données pendant le fonctionnement. C'est une mémoire de type RAM (mémoire vive dans laquelle on peut lire, écrire et effacer), elle nécessite une batterie de sauvegarde.

- **Les interfaces d'Entrée/Sorties** permettent au processeur de recevoir et d'envoyer des informations aux dispositifs extérieurs. Les entrées peuvent être des interrupteurs, ou d'autres capteurs, des sondes de température, des débitmètres, etc... . Les sorties peuvent être des électrovannes, etc. Les dispositifs d'entrées-sorties peuvent être classés en trois catégories, selon qu'ils produisent des signaux discrets, numériques ou analogiques :
 - Modules TOR (Tout Ou Rien) : l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 etc..). C'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir...etc.
 - Modules analogiques : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre...etc).
 - Cartes d'entrées : Sont destinées à recevoir l'information en provenance des capteurs et adapter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.
 - Cartes de sorties : Sont destinées à commander les pré-actionneurs et éléments des signalisations du système et adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières.



- **Le module d'alimentation (PS)** permet de fournir à un API l'énergie nécessaire pour son fonctionnement avec une conversion : d'une tension alternative en une tension basse continue.
- **Les modules de communication** assurent la communication de l'ensemble des blocs d'API (par des bus reliant divers éléments pour échanger des données) et des extensions (liaison par des borniers sur lesquels arrivent des câbles).

III.3.3. Critères de choix d'un API :

Il existe différents modèles d'automates SIEMENS S7 distingués principalement par beaucoup de caractéristiques. On cite par exemple : S7-200, S7-300, S7-400, S7-1200, S7-1500

Le choix d'automate se fait à base de quelques paramètres importants tels que :

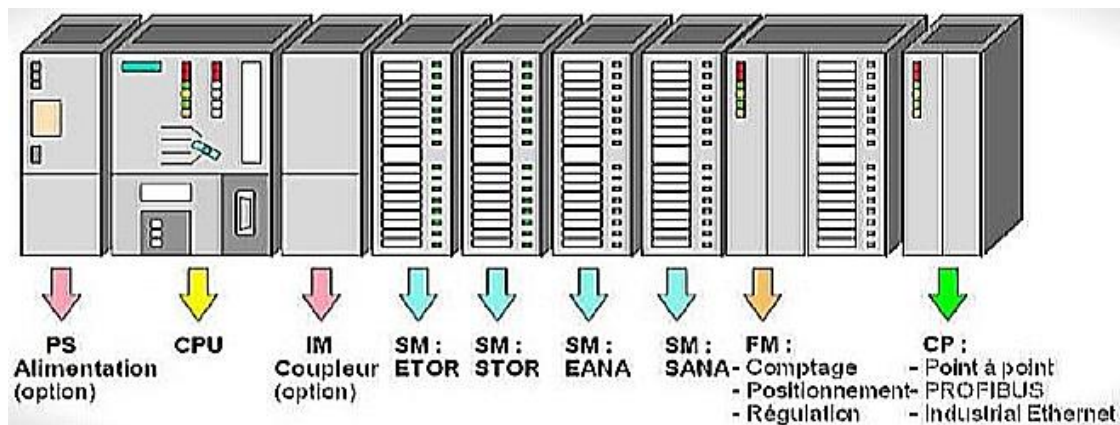
- _ Type de processeur : la taille de mémoire, la vitesse de traitement
- _ La nature des entrées/sorties (analogique, numérique) et leurs nombres
- _ Langages de programmation possibles par l'automate
- _ Fonctions de communication avec d'autres systèmes de commande
- _ La robustesse
- _ La formation d'opérateur

Et voici un tableau comparatif de quelques API

///////	Automates		
Caractéristiques :	S7-200	S7-300	S7-400
Module d'alimentation	1A/2A/5A/7A	2A/5A/10	4A/10A/20
mémoire de la CPU	2048 o - 10204 o	32Ko - 3M	72 Ko-15 Mo
E/S internes locales TOR Analogiques	6 E/ 4 S - 24 E/ 16 S	6 E/ 4 S - 32 E/ 16 S	6 E/ 4 S - 32 E/ 32 S
Modules d'extension(IM)	jusqu'à 7 modules	jusqu'à 32 modules	Plage d'extension très large
Modules intelligents	PROFIBUS / Ethernet(TCP/IP) / Modem	PROFIBUS / MPI /IHM /Ethernet(TCP/IP)	PROFIBUS / MPI /IHM / Ethernet(TCP/IP) / Modem / US
Module des signaux (SM) pour entrées et sortie TOR et analogique	Oui	Oui	Oui
Module de fonction (FM) pour fonction spéciales.	Oui	Oui	Oui
Langage de programmation	LIS/CONT/LOG	LIS/CONT/LOG/GHRAF	LIS/CONT/LOG/GHRAF

Tableau III.1 : Quelques caractéristiques des API S7-200/ 300/ 400 [11]

Pour ces paramètres. On a préféré de travailler avec le S7-300 modulaire, utilisé dans beaucoup de branches d'industrie, qui dispose d'une vaste gamme de modules combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation.



- Le module IM utilisé en cas d'addition des autres châssis {extension} pour les connectés.
- Le module FM chargé de quelques opérations comme : comptage, régulation... et fait réduire les tâches sur la CPU.

III.4. Langages de programmation :

Quatre langages de programmation sont définis dans la norme CEI 61131-3. Sa 3^e partie indique ce que suit : « La présente partie de la CEI 61131 spécifie la syntaxe et la sémantique d'une suite unifiée de langages de programmation utilisés pour les automates programmables (AP). Cette suite est constituée de deux langages textuels, liste d'instructions (IL, Instruction List) et texte structuré (ST, Structured Text), et de deux langages graphiques, diagramme à contacts (LD, Ladder Diagram) et diagramme de bloc fonctionnel (FBD, Function Block Diagram). Un autre ensemble d'éléments graphiques et textuels équivalents appelé "diagramme fonctionnel séquentiel" (SFC, Sequential Function Chart) est défini pour structurer l'organisation interne des programmes pour automate programmable et des blocs fonctionnels ...» [16]

- **Liste d'instructions (Instruction List) :**

Est un langage de programmation textuel, à une instruction par ligne, sa syntaxe est similaire à celle de l'assembleur.

Il possède un jeu d'instructions important pour créer des programmes utilisateur complets.

Tout programme écrit en CONT ou en LOG peut être réécrit en LIST.

- **Texte structuré (Structured Text) :**

Est un langage de programmation textuel, ressemble à Pascal utilisant des fonctions comme : *if... then...else...*, de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

- **Langage à contacts (Ladder diagram) :**

Est un langage de programmation graphique, très utilisé, développé pour les électriciens.

Il est adapté au traitement combinatoire.

- **Diagramme de bloc fonctionnel (Function Block Diagram) :**

Est un langage de programmation graphique, avec des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droites. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables.

<p><i>Texte structuré</i></p>	<pre> If %I1.0 THEN %Q2.1 := TRUE ELSE %Q2.2 := FALSE END_IF </pre>
<p><i>Liste d'instructions</i></p>	<pre> LD %I1.1 R %C8 LD %I1.2 AND %M0 CU %C8 </pre>
<p><i>Langage à contacts</i></p>	
<p><i>Blocs fonctionnels</i></p>	

Tableau III.2 : Exemples des langages de programmation

III.4.1. Langage à contacts (Ladder diagram) :

On a préféré l'utilisation de ce langage grâce à sa simplicité et le pouvoir de visualiser et diagnostiquer des programmes pendant les opérations de maintenance.

Il est basé sur un symbolisme très proche de celui utilisé pour les schémas électriques. Un programme CONT permet de suivre le flux d'énergie circulant via des entrées / sorties et des opérations entre les barres d'alimentation. En effet, ce programme est constitué de plusieurs réseaux, chaque réseau contient des lignes horizontales contenant des contacts, des blocs fonctionnels et de bobines entre deux barres d'alimentation. Les contacts permettent de lire la valeur d'une variable booléenne. Les blocs fonctionnels sont des blocs préprogrammés qui permettent de réaliser des fonctions avancées : temporisation, comptage, communication, etc.

Les bobines permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne. L'évaluation de chaque réseau se fait de la gauche vers la droite. L'évaluation de l'ensemble des réseaux se fait du haut vers le bas.

Dessiné entre deux barres de potentiel, un réseau est un ensemble d'éléments graphiques représentant :

- Entrées et sorties de l'automate
- Des fonctions d'automatisation (temporisation, compteur ...)
- Des opérations arithmétiques et logiques et des opérations de transfert
- Des variables internes d'automate (bit, mot) [18]

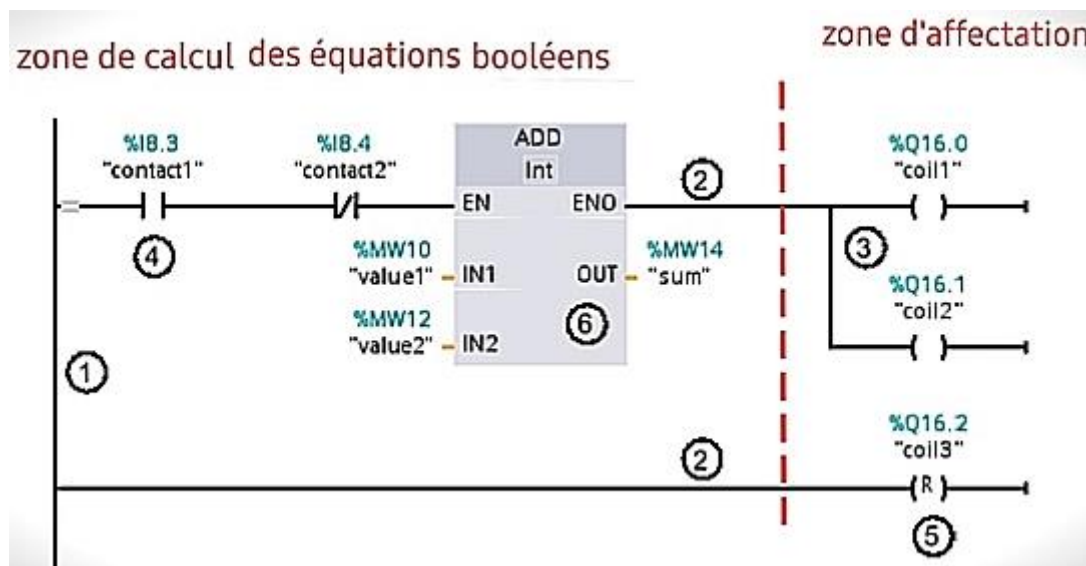


Figure III.7 : Exemple d'un langage à contacts

1 : barre conductrice , 2 : circuit électrique , 3 : branche , 4 : contact , 5 : bobine , 6 : boîte

III.4.2. Instructions de base :

On va montrer quelques opérations utilisées en Ladder Diagram :

III.4.2.1. Opérations combinatoires sur bits :

Opération	Graphe	Commentaire
Contact normalement ouvert	<opérande> — —	Le contact est fermé si la valeur du bit interrogé sauvegardée en <opérande> égale 1. En revanche, si le bit <opérande> est 0, le contact est ouvert.
Contact normalement fermé	<opérande> — / —	Le courant traverse le contact et l'opération fournit un résultat logique (RLG) égal à 1 si et seulement si <opérande> est 0
Inverser RLG	— NOT —	Cette opération inverse le bit de résultat logique (RLG).
Bobine de sortie	<opérande> —()—	Cette opération fonctionne comme une bobine dans un schéma à relais. Si l'énergie atteint la bobine (RLG = 1), le bit en <opérande> est mis à 1. Si l'énergie n'atteint pas la bobine (RLG = 0), le bit en <opérande> est mis à 0
Mettre à 0	<opérande> —(R) N	Cette opération ne s'exécute que si le RLG des opérations précédentes à la valeur 1. Si l'énergie atteint la bobine (RLG égale 1), l'opération met les N bits internes à 0, en commençant de l'adresse de l'opérande indiqué.
Mettre à 1	<opérande> —(S) N	Cette opération ne s'exécute que si le RLG des opérations précédentes à la valeur 1. Dans ce cas, les N bits sont mis à 1, en commençant de l'adresse de l'opérande précisé.
Détecter de front descendant	— N —	Cette opération détecte le passage de 1 à 0 de l'état de signal du RLG avant l'opération et montre cette transition avec un RLG égal à 1 sous forme une impulsion. Après l'impulsion, le résultat logique est 0.
Détecter front montant	— P —	Cette opération détecte la transition de 0 à 1 de l'état de signal du RLG, avant l'opération, et montre cette transition avec un RLG égal à 1 sous forme une impulsion. Après l'impulsion, le résultat logique est 0.

Tableau III.3 : Exemple des opérations combinatoires sur bits [17]

III.4.2.2. Opérations de comparaison :

Les opérations de comparaison comparent les entrées *Tag_Value1* et *Tag_Value2* selon les types de comparaison suivants :

- == : Tag_Value1 égal à Tag_Value2.
- <>: Tag_Value1 différent de Tag_Value2.
- >: Tag_Value1 supérieur à Tag_Value2.
- <: Tag_Value1 inférieur à Tag_Value2.
- >=: Tag_Value1 supérieur ou égal à Tag_Value2.
- <=: Tag_Value1 inférieur ou égal à Tag_Value2.

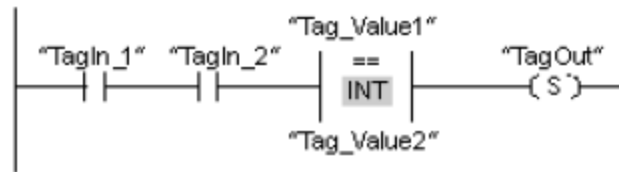


Figure III.8 : Exemple des opérations de comparaison

- Ces opérations ne s'exécutent que si le RLG des opérations précédentes à la valeur 1.
- Si la comparaison est vraie, le résultat logique (RLG) de sortie est 1 (le contact est fermé).

III.4.2.3. Opérations arithmétiques :

- Additionner, Soustraire, Multiplier et Diviser
- Opérations numériques :

SQRT : Racine carrée d'un nombre réel.

LN : Logarithme naturel d'un nombre réel.

EXP : Valeur exponentielle sur la base d'un nombre réel

Sinus (SIN), Cosinus (COS) et Tangente (TAN)...

- Opérations d'incrémentement (+1) et de décrémentation (-1)

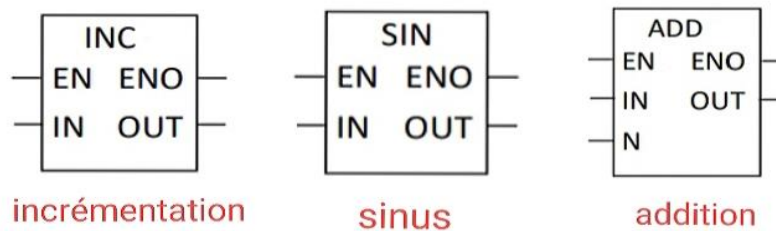


Figure III.9 : Exemple des opérations arithmétiques

III.4.2.4. Opérations de comptage : [17]

- **Compteur incrémental (CTU) :**

Le compteur progressif incrémente en partant de la valeur en cours à chaque front montant de l'entrée d'incrémentement CU. Lorsque la valeur en cours "CV" est supérieure ou égale à la valeur prédéfinie PV, le bit de compteur Q est activé. Le compteur est remis à zéro lorsque l'entrée de remise à zéro R est activée. La valeur courante de compteur est de type entier de 16 bits.

- **Compteur décrémental (CTD) :**

Le compteur dégressif décrémente en partant de la valeur prédéfinie PV à chaque front montant de l'entrée de décrémentation. Lorsque la valeur en cours est égale à zéro, le bit de compteur Q est activé. Le compteur remet le bit de compteur Cxx à 0 et charge la valeur prédéfinie PV dans la valeur en cours lorsque l'entrée de chargement LD est activée. La valeur courante du compteur est de type entier.

- Il y a aussi un compteur incrémental/décrémental qui exécute les deux opérations



Figure III.10 : Les compteurs

a : compteur décrémental

b : compteur incrémental

III.4.2.5. Opérations de temporisation :

- **Temporisation à l'enclenchement (TON) :**

Cette opération sert à retarder l'activation d'une sortie (le bit du temporisateur) pour un intervalle de temps donné après que l'entrée (IN) a été activée.

- La temporisation s'initialise si l'état de signal à l'entrée IN passe de 0 à 1 alors que la temporisation s'exécute.
- L'état de signal à la sortie égale 1 lorsque si la valeur en cours (ET) \geq la valeur prédéfinie (PT). Dans les autres cas, la sortie prend la valeur 0.
- L'intervalle de temps est déterminé par le produit de la résolution de la temporisation par la valeur de l'entrée PT (type entier).

- **Temporisation au déclenchement (TOF) :**

L'opération Démarrer temporisation sous forme de retard à la retombée sert à retarder la désactivation d'une sortie (le bit du temporisateur) pour un intervalle de temps donné après que l'entrée (IN) a été désactivée.

- La temporisation démarre en cas de front descendant à l'entrée de démarrage IN.
- La temporisation s'initialise si l'état de signal à l'entrée IN passe de 1 à 0 alors que la temporisation s'exécute.
- La temporisation continue à s'écouler jusqu'à ce que le temps écoulé atteigne le temps prédéfini.

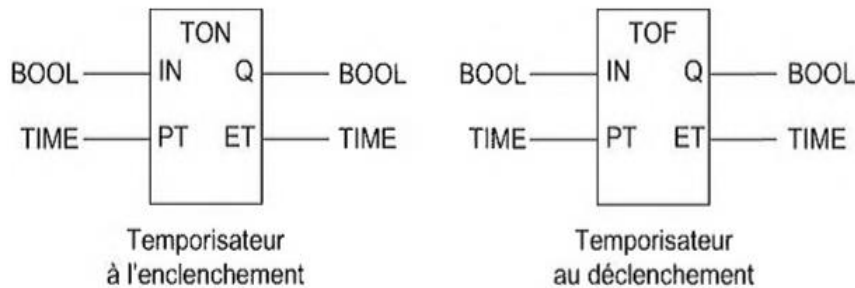


Figure III.11 : Les temporisateurs

III.4.2.6. Adressage :

L'adressage consiste à identifier les variables d'E/S et les variables internes par des adresses. La notion d'adressage d'un automate permet de connaître le type d'objet, le format des données qu'on va pouvoir former et son emplacement. [17]

Préfixe	Signification
I	Lecture de l'état d'une entrée.
Q	Lecture/ Ecriture de l'état d'une sortie.
M	Lecture/ Ecriture de l'état d'une variable interne (memento)
SM	Lecture/ Ecriture d'un bit Système
S	Lecture/Ecriture d'un bit Relai séquentiel
C	Compteurs
SC	Compteurs rapides
T	Temporisateurs
A	Analogique
B	Taille d'un byte ou octet
W	Taille d'un word : mot de 16 bits
D	Taille d'un double word : mot double de 32 bits

Tableau III.4 : Exemple d'adressage

III.5. Conclusion :

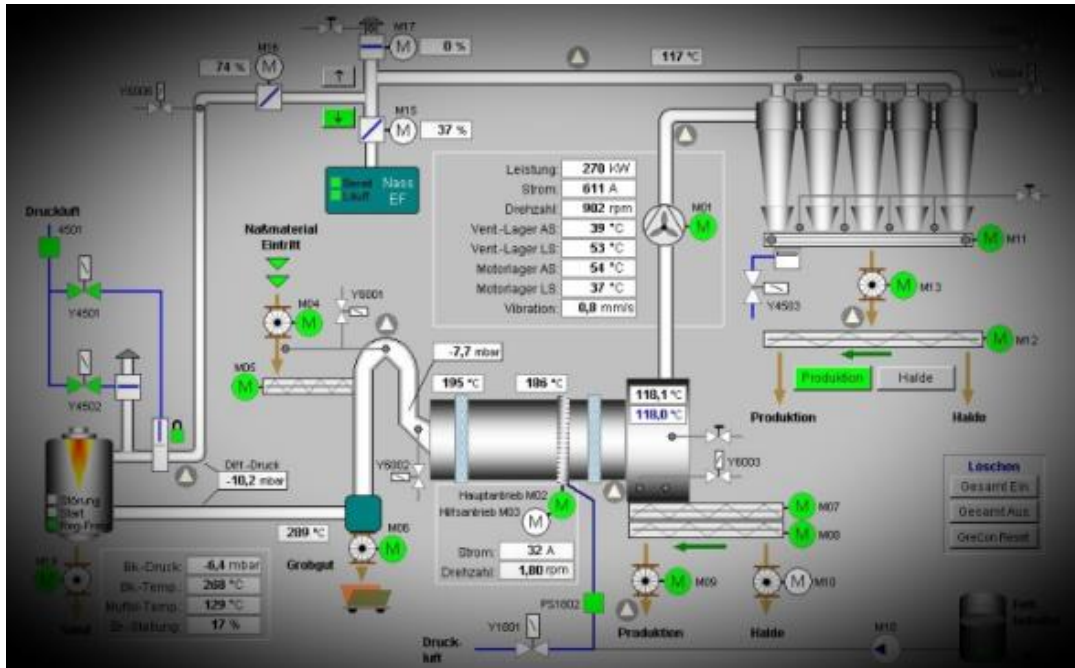
Dans ce chapitre, on a présenté la partie hardware représentée par les automates programmables industriels et la partie software qui consiste d'un outil de programmation « langage à contact ».

Enrichir notre savoir sur ces deux parties est une étape primordiale pour développer notre projet, dont chaque partie est complémentaire à l'autre.

Vue que les cahiers de charge diffèrent dans l'industrie, différents types de PLC avec différentes caractéristiques existent, alors le choix d'un automate doit répondre aux exigences de cahier des charges.

« CHAPITRE IV »

Programmation et Supervision



IV.1. Introduction :

La programmation suivée par une exploitation visuelle du process sont des procédures nécessaires dans le domaine industriel.

Le logiciel est un moteur essentiel de la numérisation des sociétés et des industries. Il rapproche les mondes physiques et virtuels. La technologie des infrastructures énergétiques ou les produits sont planifiés, développés et testés de manière approfondie dans la sphère virtuelle avant qu'une seule vis ne soit tournée dans le monde réel. Cela est possible grâce à la simulation.

Dans ce chapitre notre objectif principal est d'automatiser l'unité de déshydratation du gaz étudiée en utilisant les logiciels SIMATIC Step7 de programmation et WinCC de supervision sous logiciel TIA Portal.

IV.2. Programmation :**IV.2.1. TIA Portal V14 :**

TIA abréviation de "totally integrated automation", est un environnement qui facilite, la programmation des contrôleurs SIMATIC, leur configuration et la visualisation sur les afficheurs industriels HMI ainsi que la création des réseaux de communication.

En effet, TIA Portal permet d'intégrer tous les composants clés dans un seul projet d'automatisation : sûreté, contrôle, IHM et aussi contrôle de mouvement et distribution d'énergie. Moins d'entrées répétées, une base de données partagée et une interface utilisateur standardisée pour toutes les tâches qui contribuent à réduire le temps d'ingénierie. [26]

Avec TIA Portal, plusieurs utilisateurs peuvent accéder au même projet simultanément. En sachant que la synchronisation est automatique, les ingénieurs peuvent traiter les tâches de manière flexible et les terminer en même temps.

IV.2.1.1. Création du projet :

Après l'ouverture du logiciel TIA Portal, On va tout d'abord créer un nouveau projet comme l'illustre la figure ci-dessous :

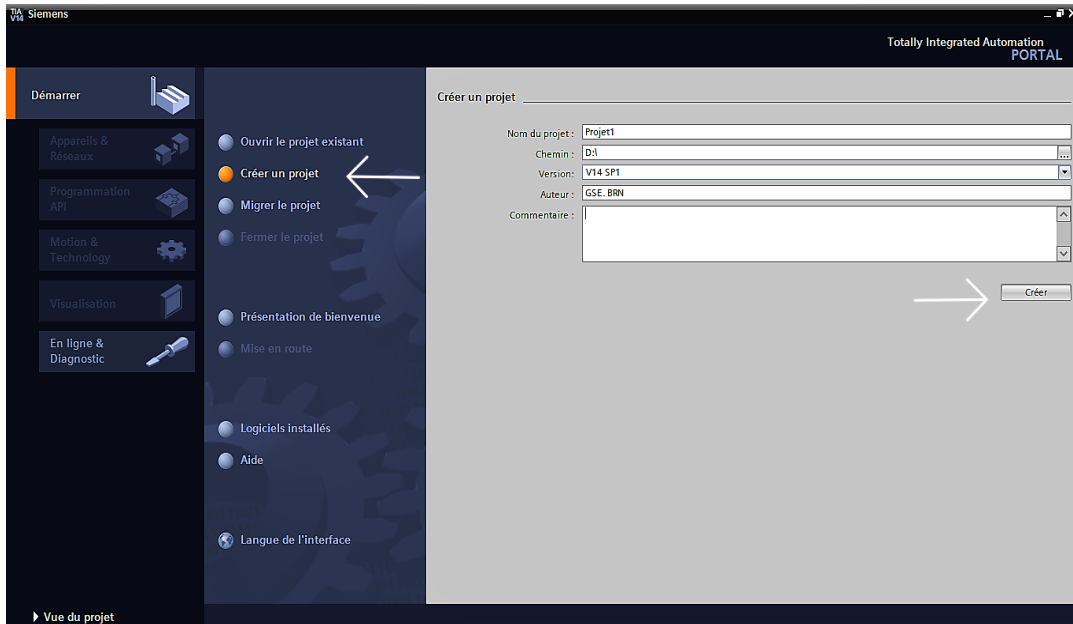


Figure IV.1: Création d'un projet sur TIA Portal

IV.2.1.2. Configuration du materiel :

Nous avons porté notre choix sur ces modules suivants :

Designation	Module d'alimentation	
Modèle	PS 307 2A	
n. référence	6ES7 307-1BA00-OAAO	
Nombre	1	
Description	-Alimentation externe AC120 /230V:DC24/2A	
Designation	Unité Centrale	
Modèle	CPU 314C-2 DP	
n. référence	6ES7 314-6CH04-0AB0	
Nombre	1	
Description	-Mémoire de travail de 192 ko - 0,06 ms/k-instructions - DI24/DO16 ; AI5/AO2 intégrées - Interface MPI + DP (maître DP ou esclave DP) - Configuration multirangée pouvant comporter jusqu'à 31 modules - Possibilité d'échange direct de données(emission,reception)	
Designation	Module de sortie	
Modèle	AO 8x12BIT	
n. référence	6ES7 332-5HF00-0AB0	


Nombre	1	
Description	-Module de sorties analogiques AO8 x U/I 12 bits - précision env. 0,6%	

Tableau IV.1 : Modules utilisés

Cette CPU fournit : un port MPI / un port Profibus, en utilisant la liaison RS485 comme support de communication.

Interface multipoint (MPI) : MPI est un sous-réseau comportant une étendue réduite et un faible nombre de partenaires pour les niveaux de terrain et de cellule. MPI est une interface multipoint située dans le SIMATIC S7/M7 et C7. Elle est conçue comme interface PG et est destinée à la mise en réseau de quelques CPU ou à l'échange de faibles quantités de données avec les PG.

L'interface PROFIBUS-DP : sert principalement à raccorder la périphérie décentralisée. Le PROFIBUS-DP vous permet, par exemple, de monter de vastes sous-réseaux.

L'interface PROFIBUS-DP peut être configurée en tant que maître ou esclave et permet une vitesse de transmission pouvant atteindre 12 M Bauds.

En service en tant que maître, la CPU envoie ses paramètres de bus règles (p. ex. La vitesse de transmission) à l'interface PROFIBUS-DP. Ainsi, une console de programmation peut, par exemple, capturer les bons paramètres et se connecter automatiquement à un sous-réseau PROFIBUS. L'envoi des paramètres de bus peut être interrompu pendant la configuration.

IV.2.2. SIMATIC Step7 :

SIMATIC Step7, est un logiciel d'ingénierie conçu pour la programmation et la configuration des systèmes d'automatisation SIMATIC. Dans les dernières années Step7 est devenu inclus dans logiciel Totally Integrated Automation (TIA Portal). Logiciel Step7 permet à l'utilisateur de configurer, programmer, tester et diagnostiquer tous les automates SIMATIC. La migration de SIMATIC Manager vers TIA Portal, offre la clarté, une navigation utilisateur intelligente et des flux de travail simples à chaque étape de travail et de programmation. Les fonctions prédéfinies dans l'environnement TIA Portal rendent le travail plus facile, rapide et efficace. [26]

IV.2.2.1. Blocs du programme utilisateur:

Un programme utilisateur est constitué de blocs de code et de blocs de données. On considère comme blocs de code tous les blocs qui contiennent une section d'instructions, c.-à-d. les blocs d'organisation, les blocs fonctionnels et les fonctions. [29]

IV.2.2.1.a. Blocs d'organisation (OB):

Les blocs d'organisation (OB) représentent l'interface entre le système d'exploitation de la CPU et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le comportement au démarrage de la CPU, traitement d'erreurs ainsi que le traitement du programme cyclique et assurent le déclenchement de l'alarme à la fin de chaque cycle. [24]

IV.2.2.1.b. Blocs fonctionnels (FB) :

Les blocs fonctionnels sont des blocs programmables avec une mémoire dans laquelle leurs variables d'entrée/sorties ainsi que leurs données statiques sont sauvegardées. La mémoire, dans ce cas, est un bloc de données d'instance associé au bloc fonctionnel. Les FB ne peuvent être exécutés sauf s'ils sont appelés par un autre bloc de code. Il est possible d'appeler un FB plusieurs fois dans différents endroits du programme, ce qui permet de faciliter la programmation des fonctions complexes et répétitives. [24]

IV.2.2.1.c. Les fonctions (FC) :

Les fonctions (FC) sont des blocs de code sans mémoire de données dans laquelle on peut sauvegarder les variables de bloc. Alors, pour enregistrer durablement les données il est nécessaire d'utiliser des blocs de données globaux. Une fonction FC sert à :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonctions mathématiques).
- Exécuter une fonction technologique (exemple : commande individuelle avec combinaison binaire). [24]

IV.2.2.1.d. Blocs de données (DB) :

Les blocs de données sont conçus pour stocker les données du programme utilisateur seulement et ne contiennent pas d'instructions. On distingue des blocs de données d'instance et des blocs de données globaux.

- Les blocs de données d'instance sont associés à un bloc fonctionnel.
- L'accès aux blocs de données globaux peut être effectué à partir de tout endroit du programme utilisateur. [29]

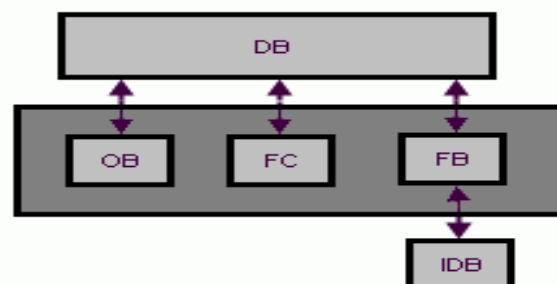


Figure IV.2 : Différence entre DB globaux et DB d'instance

IV.2.2.2. Bascule RS :

L'instruction "Bascule 'mise à 0/mise à 1" (RS) nous permet de mettre à 0 ou à 1 le bit d'un opérande spécifié en fonction de l'état logique aux entrées R et S. Quand l'entrée R est à "1" et l'entrée S1 à "0", l'opérande spécifié est remis à "0". Quand l'entrée R est à "0" et l'entrée S1 à "1", l'opérande spécifié est mis à "1".

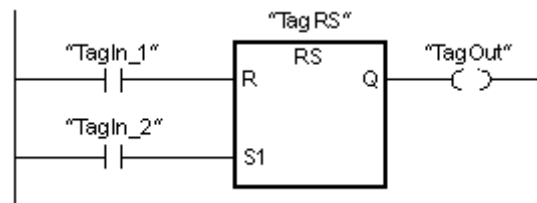


Figure IV.3 : Bascule RS

Les opérandes "Tag RS" et "Tag Out" sont mis à 0 quand :

- L'opérande "Tag In_1" fournit l'état logique "1".
- L'opérande "Tag In_2" fournit l'état logique "0".

Les opérandes "Tag RS" et "Tag Out" sont mis à 1 quand l'une des conditions suivantes est remplie :

- L'opérande "Tag In_1" fournit l'état logique "0" et l'opérande "Tag In_2" fournit l'état logique "1".
- Les opérandes "Tag In_1" et "Tag In_2" fournissent l'état logique "1". Par ce que L'entrée S1 a la priorité sur l'entrée R.

Quand les deux entrées R et S sont à "0", l'instruction n'est pas exécutée. Dans ce cas, l'état logique de l'opérande ne change pas.

IV.2.2.3. Simulateur S7-PLCSIM :

L'application S7-PLCSIM nous permet de charger et déboguer un programme S7 sans avoir besoin d'une liaison physique avec l'automate programmable industriel. Il est possible de simuler notre programme de CPU sur un contrôleur virtuel en chargeant le programme et la configuration matérielle vers un contrôleur virtuel pour observer les entrées et les sorties et optimiser notre programme. Dans le monde de l'automatisation, un environnement de test simulé raccourcit les délais de mise en service, donc S7-PLCSIM est vraiment nécessaire dans l'industrie. [28]

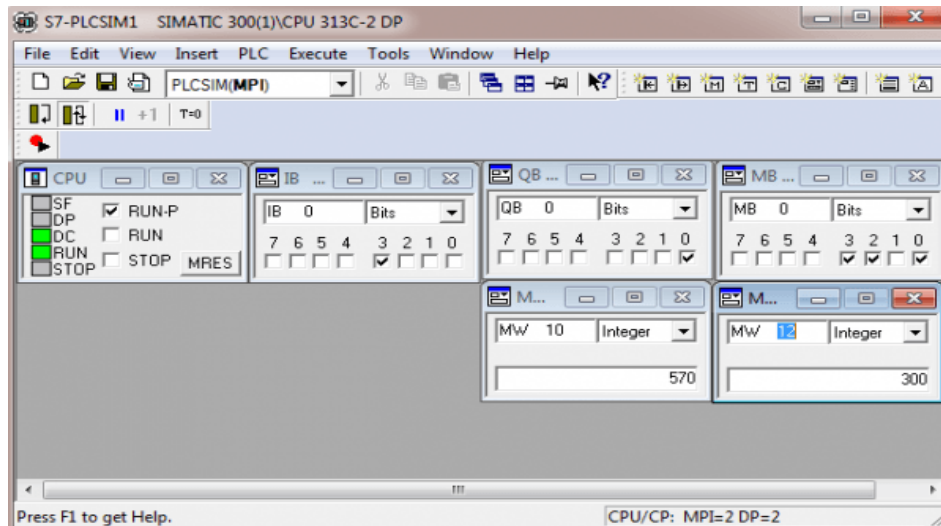


Figure IV.4 : Fenêtre PLCSIM lors de la simulation

IV.3. La régulation: [30]

La régulation automatique regroupe l'ensemble des techniques permettant de régler une grandeur physique (pression, débit, température, etc.) afin de la maintenir à une valeur désirée, appelée : consigne. La grandeur à réguler est mesurée de façon continue puis comparée avec la valeur d'entrée du système (la consigne) et ensuite corriger l'erreur (l'écart entre la valeur d'entrée et de sortie) en rapprochant la valeur de la grandeur physique du procédé de la consigne.

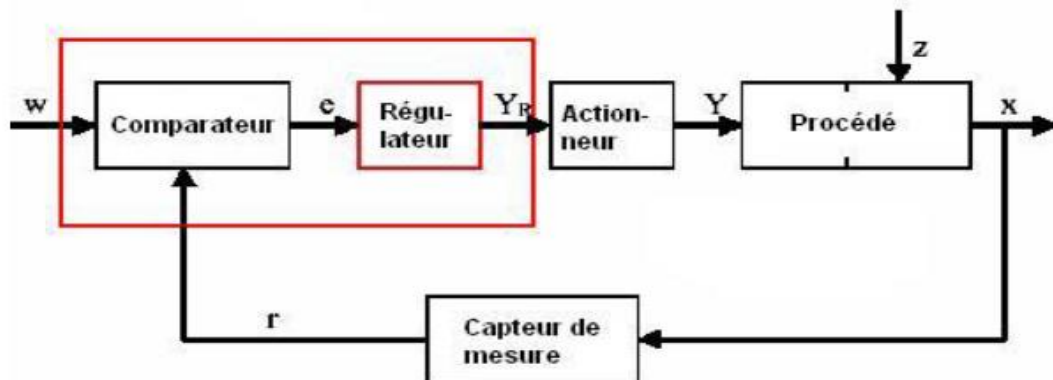


Figure IV.5 : Boucle fermée de régulation

- **Consigne (w)** : la consigne ou autrement dit Set-point (SP) est la valeur que doit prendre la grandeur réglée. La consigne peut être une transformation par potentiomètre, touches sensibles,... de l'action manuelle d'un opérateur humain...
- **Sortie mesurée « x » (Process Variable « PV »)** : Grandeur mesurée transmise par le capteur- transmetteur et comparée à la consigne.
- **Retour « r »** : Dans une boucle de régulation, la sortie est constamment contrôlée, il est ainsi possible de réagir à toute variation indésirable de celle-ci. La valeur mesurée (proportionnelle à la sortie) est appelée retour (ou mesure).

- **Perturbation « z »** : La perturbation est la grandeur qui influe de manière indésirable sur la sortie et qui l'éloigne de la valeur souhaitée (consigne). Une petite perturbation rend nécessaire la mise en œuvre d'une régulation statique.
- **Signal de commande « Y_R »** : le signal que délivre le régulateur à l'actionneur.
- **Actionneur « A »** : dispositif mécanique, électrique, pneumatique ou hydraulique permettant d'agir sur une machine, un système pour modifier son fonctionnement ou son état : vanne, servomoteur, servovalve, variateur...
- **Capteur de mesure** : dispositif qui délivre, à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur, souvent électrique, fonction de la première et directement utilisable pour la mesure ou la commande : thermocouple, sonde à résistance de platine, pH-mètre, tachymètre...
- **Comparateur** : est un appareil conçu pour comparer la mesure actuelle de la sortie avec la valeur désirée (consigne). L'écart résultant de cette comparaison est appelé l'erreur (e). La valeur de l'erreur est ensuite passée en entrée du régulateur pour y être traité.
- **Régulateur** : Le régulateur est l'élément central d'une régulation. Il évalue l'erreur calculée par le comparateur, c'est à dire l'écart entre la sortie et la consigne, et en déduit à partir de celle-ci une valeur régulée ou valeur de correction à transmettre au procédé, afin de corriger la sortie.
- **Grandeur réglant « Y »** : grandeur physique choisie pour contrôler la grandeur réglée. Elle n'est généralement pas de même nature que la grandeur réglée : débit de fluide, intensité électrique, pression...

IV.3.1. Types des régulateurs :

Il existe plusieurs types des régulateurs, classifiés suivant deux catégories :

- Régulateurs classiques (tout ou rien, PID, etc.)
- Régulateurs avancés (logique flou, prédictif, réseaux de Neurones,.. etc.)

Nous nous intéressant dans notre thème aux régulateurs PID.

IV.3.2. Les Actions du régulateur PID :

Les régulateurs PID peuvent être configurés de trois façons différentes : proportionnel (type P), Proportionnel-intégral (type PI) et PID. Ces configurations peuvent être appelées « Actions ».

IV.3.2.1. Action proportionnel (Type P) :

L'action Proportionnelle corrige de manière instantanée, donc rapide, tout écart de la grandeur à régler, elle permet de vaincre les grandes inerties du système.

Afin de diminuer l'écart de réglage et rendre le système plus rapide, on augmente le gain (on diminue la bande proportionnelle) mais, on est limité par la stabilité du système.

L'action P est utilisée lorsqu'on désire de régler un paramètre dont la précision n'est pas importante, exemple : régler le niveau dans un bac de stockage.

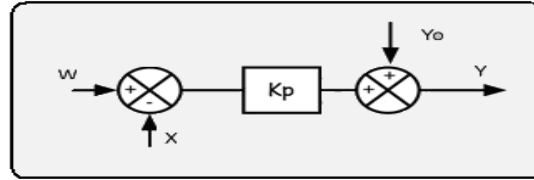


Figure IV.6 : Schéma fonctionnel d'une régulation proportionnelle

$$Y = K_p (X - W) + Y_0 \quad \dots(\text{IV.1}) \quad X-W : \text{PV (mesure) - SP (consigne)}$$

L'avantage de ce type d'action est sa simplicité (la réalisation électronique se résume dans certains cas seulement à une simple résistance) et d'autre part sa rapidité de réaction (par rapport à d'autres types d'action). Par contre, La présence permanente d'une erreur de régulation appelée Offset est l'inconvénient principal de ce type d'action car la consigne n'est jamais atteinte.

Le comportement d'un régulateur de type P est décrit dans le graphe suivant :

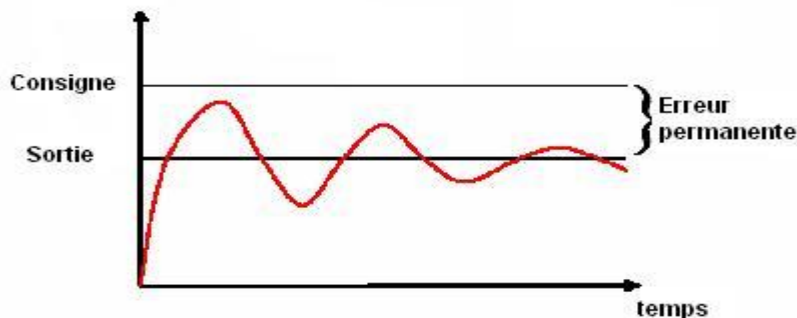


Figure IV.7 : Graphe du comportement d'un régulateur proportionnel

IV.3.2.2. Action intégral (Type I) :

L'action intégrale est un complément de l'action proportionnelle. Elle permet d'éliminer l'erreur d'Offset en régime permanent. Afin de rendre le système plus dynamique (diminuer le temps de réponse), on diminue l'action intégrale mais, ceci provoque l'augmentation du déphasage ce qui provoque l'instabilité.

L'action intégrale est utilisée lorsqu'on désire avoir en régime permanent, une précision parfaite, en outre, elle permet de filtrer la variable à régler d'où l'utilité pour le réglage des variables perturbées telles que la pression.

La formulation mathématique de ce comportement intégral est comme suite : la variable régulée est proportionnelle à l'intégrale par rapport au temps de l'erreur.

$$Y = K_i \int (X - W) dt \quad \dots(\text{IV.2}) \quad \text{Avec : } K_i = \frac{1}{T_n}$$

IV.3.2.3. Action dérivée (Type D) :

L'Action dérivée établit une valeur réglée en fonction de la vitesse de variation de l'erreur mais pas en fonction de l'amplitude comme pour l'Action P, C'est pour cette raison qu'il réagit beaucoup plus rapidement qu'en Action P. Même face à une petite erreur, il va générer une grosse valeur réglée dès lors qu'il y a une variation d'amplitude de l'erreur.

L'action D sera inefficace face à une erreur permanente quel que soit sa valeur, puisque celle-ci reste constante (pas de variation d'amplitude donc pas de réaction du régulateur). C'est pourquoi cette configuration du régulateur est rarement utilisé seul dans la pratique, elle est couramment associée à une action de type P.

$$Y = \frac{1}{T_d} [(X - W)dt] + Y_0 \dots(IV.3)$$

IV.3.2.4. Action type PID :

Le régulateur PID s'obtient donc en assemblant les trois régulateurs précédents. Il accumule leur avantages et compense leurs inconvénients, on peut dire que, dans ces régulateurs :

- L'action proportionnelle tend à corriger de manière instantanée, donc rapide, tout écart de la grandeur réglée.
- L'action intégrale complète l'effet de l'action proportionnelle en annulant l'écart résiduel en régime permanent.
- L'action dérivée, en compensant en partie les inerties, accélère la réponse du régulateur et améliore la stabilité de la boucle.

En permettant notamment un amortissement rapide des oscillations dues à l'apparition d'une perturbation ou à une variation subite de la consigne.

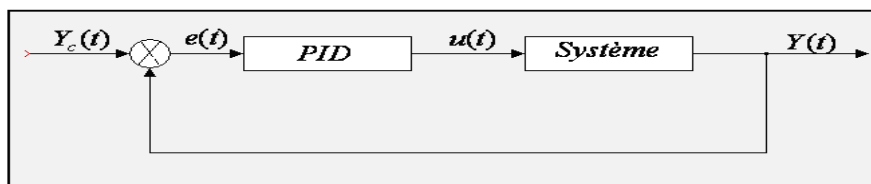


Figure IV.8 : Schéma fonctionnelle d'un régulateur PID

IV.3.3. Le bloc fonctionnel FB1 « CONT_C » :

Sur TIA PORTAL on utilise le bloc fonctionnel FB41 de régulation PID pour le contrôle continue (CONT_C). Le bloc FB41 « CONT_C » est utilisé pour implémenter un régulateur PID avec des entrées et sorties analogique continue sur les automates SIMATIC S7. Le paramétrage permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système réglé. [12]

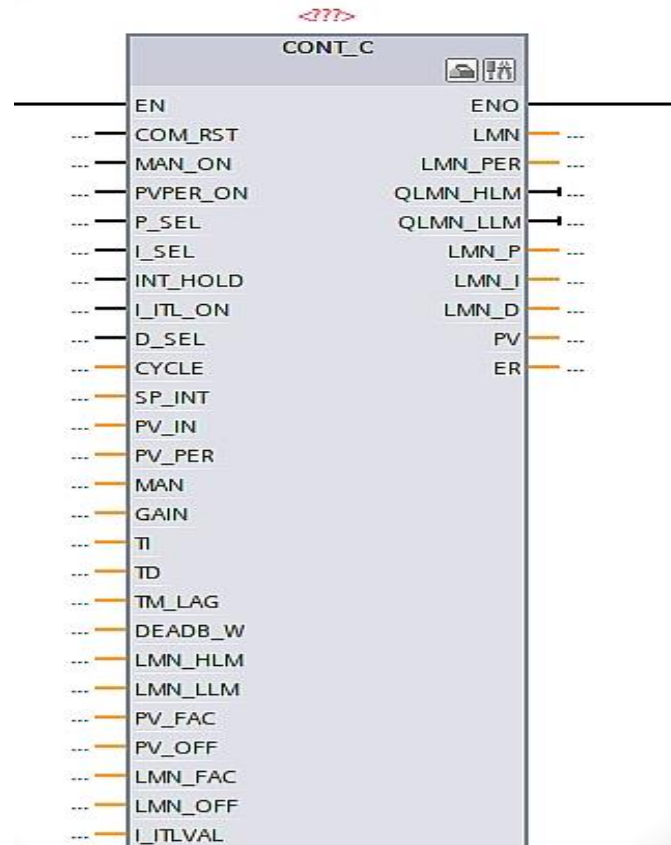


Figure IV.9 : le bloc CONT_C et ses paramètres sur TIA PORTAL

Les paramètres qu'on trouve en entrées et sorties d'un PID sont :

- SP_INT : entrée pour la consigne en format virgule flottante.
- PV_PER : entrée de la valeur brute (avant la conversion) de transmetteur, Celui-ci nécessite l'activation de PVPER_ON.
- PV_IN : L'entrée "Entrée mesure" permet de paramétrer une valeur de mise en service ou d'interconnecter une mesure externe au format en virgule flottante.
Les valeurs autorisées sont comprises entre -100 et 100 ou une grandeur physique.
- MAN_ON : entrée de type BOOL, s'il est mise à 1, le contrôle de système devient manuel ; alors on a une boucle de régulation ouverte.
- MAN : entrée de la valeur de commande manuelle.
- P_SEL : entrée booléenne pour la mise à 1 ou 0 de l'action proportionnelle.
- I_SEL : entrée booléenne pour la mise à 1 ou 0 de l'action intégrale.
- D_SEL : entrée booléenne pour la mise à 1 ou 0 de l'action dérivée.
- Gain : une fois P_SEL est mise à 1, la valeur du gain en format virgule flottante est utilisée comme entrée.
- Ti : la valeur de l'intégral en (ms).

- Di : la valeur de la dérivée en (ms).
- LMN : la valeur sortie de l’actionneur avec la mise à l’échelle.
- LMN_PER : la valeur sortie de l’actionneur sans la mise à l’échelle.
- PV : la mesure opérante est fournie à la sortie « mesure ».

❖ Le schéma fonctionnel du CONT_C : [12]

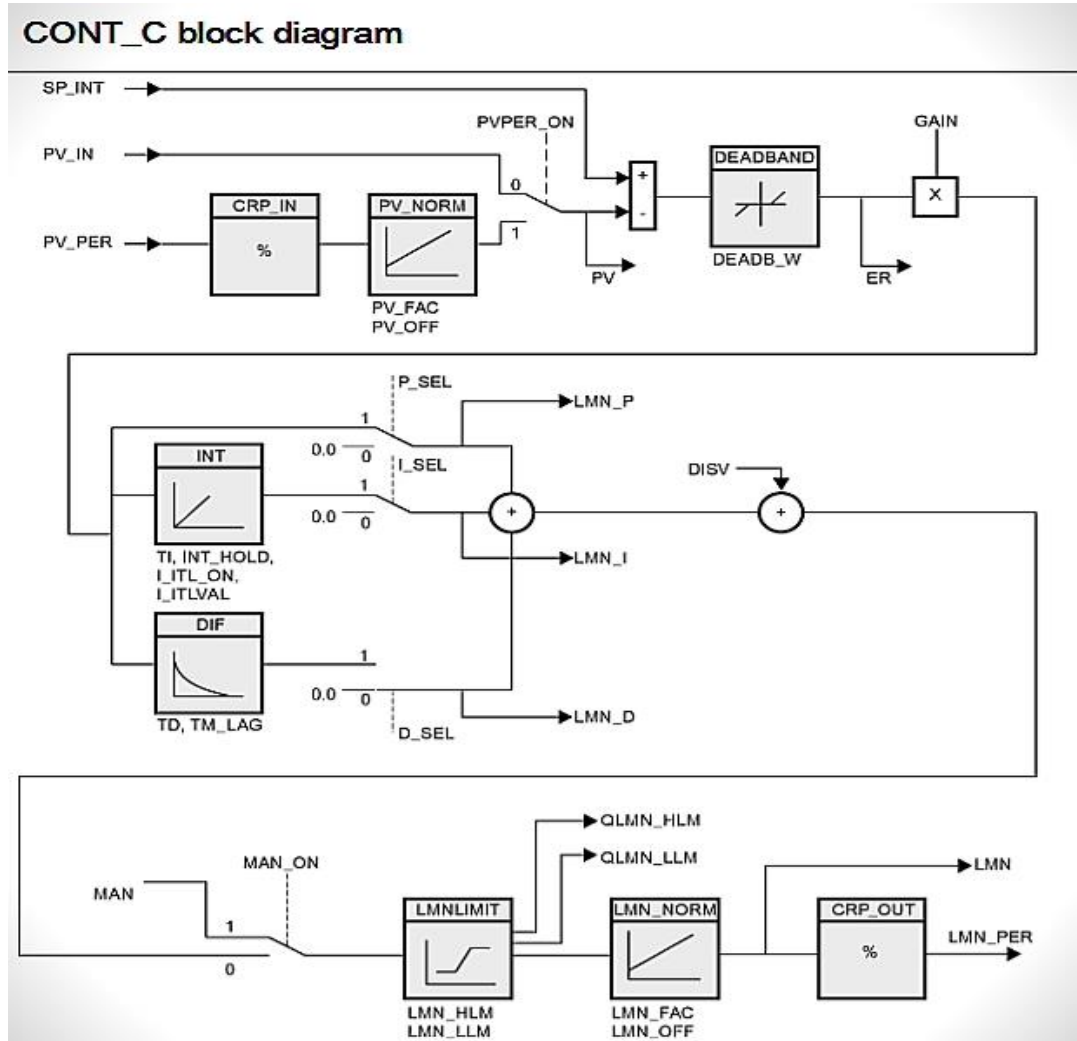


Figure IV.10 : schéma fonctionnel de CONT_C

• Branche de mesure :

La mesure peut être lue en format de périphérie ou de virgule flottante. La fonction CRP_IN convertit la valeur de périphérie PV_PER en un nombre à virgule flottante compris entre -100 et +100 % selon la formule suivante :

$$\text{Sortie de } \text{CPR_IN} = \text{PV_PER} \times \frac{100}{27648} \dots(\text{IV.4})$$

La fonction PV_NORM normalise la sortie de CRP_IN selon la formule suivante :

$$\text{Sortie de } \text{PV_NORM} = (\text{sortie de CPR_IN}) \times \text{PV_FAC} + \text{PV_OFF} \dots(\text{IV.5})$$

La valeur par défaut de PV_FAC est 1 et celle de PV_OFF est 0.

- **Formation du signal d'erreur :**

La différence entre consigne et mesure donne le signal d'erreur. Il traverse une zone morte (DEADBAND) pour supprimer la petite oscillation permanente due à la quantification de la grandeur de réglage. Quand DEADB_W égale 0, la zone morte est désactivée.

- **Algorithme PID :**

L'algorithme PID travaille dans l'algorithme de position. Les actions proportionnelle, intégrale (INT) et dérivée (DIF) sont en parallèle et peuvent être activées ou désactivées séparément. Ceci permet de paramétrer des régulateurs P, PI, PD et PID, mais aussi un régulateur I pur.

- **Traitement de la valeur de réglage :**

La fonction LMNLIMIT permet de limiter la grandeur de réglage à des valeurs que vous indiquez. Le dépassement de ces limites par la grandeur d'entrée est signalé par des bits. La fonction LMN_NORM normalise la sortie de LMNLIMIT selon la formule suivante :

$$LMN = (\text{sortie de LMNLIMIT}) \times LMN_FAC + LMN_OFF \dots(\text{IV.6})$$

La valeur par défaut de LMN_FAC est 1 et celle de LMN_OFF est 0.

La valeur de réglage est disponible aussi en format de périphérie. La fonction CRP_OUT convertit la valeur à virgule flottante LMN en une valeur de périphérie selon la formule :

$$LMN_PER = LMN \times \frac{27648}{100} \dots(\text{IV.7})$$

IV.3.4. Le processus de déshydratation du gaz :

Au niveau de scrubber, le régulateur LIC301 contrôle le niveau de l'huile à travers la vanne LV301 en essayant de maintenir le niveau à 22%, et lorsque l'huile atteint un niveau de 20% l'alarme LSLL302 se déclenche en provoquant la fermeture de SDV302, pour l'ouvrir on doit appuyer sur HS_OPEN_SDV302.

A la colonne d'absorption, le régulateur LIC303 contrôle le niveau du glycol à travers la vanne LV303 pour maintenir le niveau à 45%. Si le niveau du glycol riche baisse sous 20% l'alarme LSLL302 se déclenche ce qui provoque la fermeture de SDV301, son ouverture se fait avec le bouton HS_OPEN_SDV301. Si le glycol riche augmente à un niveau de 90%, l'alarme LSHH308 se génère menant à l'arrêt de compresseur de réinjection du gaz, compresseur flash gaz MP et l'arrêt de la régénération du glycol.

Dans le coalesceur, Le niveau du glycol riche doit être maintenu à 25% par la vanne LV306 qui est commandée à son tour par le régulateur LIC306.

Le passage du gaz vers le compresseur de réinjection du gaz doit être avec une pression de 34,5bar, ceci est assuré par le contrôleur PIC303 qui commande la vanne PV303. Lorsque la

pression du gaz atteint 45%, la vanne BDV301 s'ouvre vers torche pour diminuer la pression, une fois la pression normale est rétablie, le bouton HS_CLOSE_BDV301 doit être excité pour fermer la BDV301.

	Tag Name	Type de control	Set point	Alarmes déclenchement		
				Tag Name	type	Action
Scrubber	LIC303	Niveau huile	22%	LSHH308	Niveau haut	Arrêt de compresseur de réinjection gaz, flash gaz MP et la régénération glycol
				LSLL304	Niveau bas	Fermeture SDV301
Colonne d'absorption	LIC301	Niveau glycol riche	45%	LSLL302	Niveau bas	Fermeture SDV302
Coalesceur de glycol	LIC306	Niveau glycol riche	25%	/	/	/
/	PIC303	Pression gaz	34,5bar	/	/	/

Tableau IV.2 : Tags des contrôleurs utilisés, conditions d'entrée, les alarmes et leurs effets

IV.4. Supervision :

La supervision est une technique de pilotage et de suivi informatique des processus industriels automatisés, elle s'intéresse à l'acquisition des données de plusieurs types (alarmes, mesures et gestion, dysfonctionnement, rétablissement du fonctionnement...)

La supervision d'un système inclut des fonctions de collecte d'informations, surveillance, visualisation et de diagnostic

Il est nécessaire de présenter à l'opérateur des informations sur le procédé sous forme appropriée pour une bonne prise de décision. Cette présentation passe à travers des images synthétiques qui présentent une vision globale.

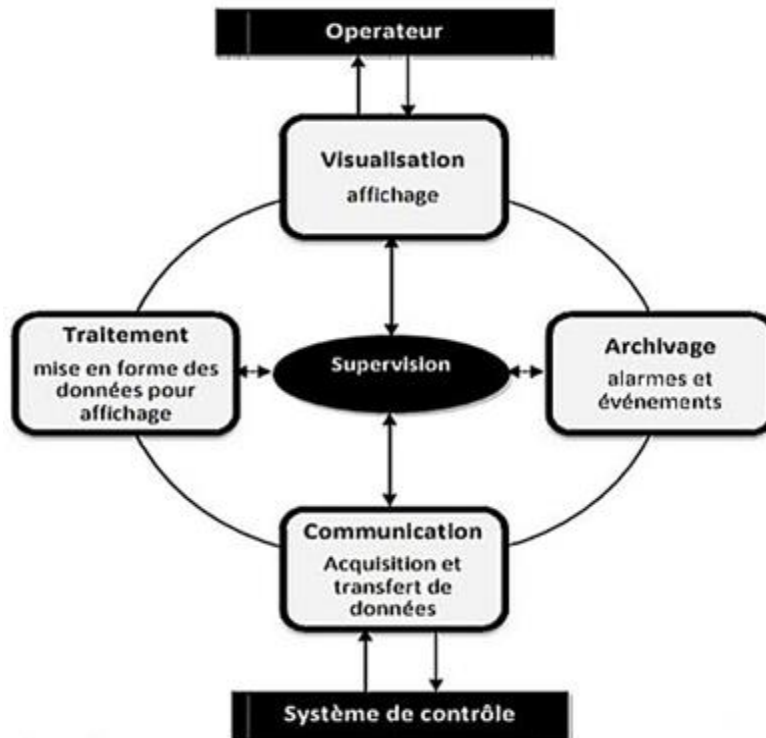


Figure IV.11 : Système de supervision

Le système de supervision se compose d'un logiciel auquel se rattachent des données provenant des automates . Se compose de :

- Module de visualisation :

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs l'évaluation du procédé par ses volumes de données instantanées.

- Module d'archivage :

Il mémorise des données (alarme et événement) pendant une longue période, puis il les exploite pour des applications spécifiques à des fins de maintenance ou gestion de production.

- Module de traitement :

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

- Module de communication :

Assure l'acquisition et le transfert des données et gère la communication avec les automates et autres périphériques. [11]

IV.4.1. Logiciel de supervision WinCC :

WinCC, qui est intégré dans l'environnement TIA Portal, représente un système de control et d'acquisition de données (SCADA) ainsi qu'un système de configuration d'interface homme-machine (IHM) développé par SEIMENS. Une interface homme-machine est conçue pour la

visualisation des processus automatisés dans toutes les industries à travers des fonctions performantes. Simplement dit, l'IHM s'agit d'une interface entre l'homme (utilisateur) et la machine (processus) en sachant que le contrôle de processus est effectué par les automates programmables industrielles (API). L'utilité des IHM apparaissent plus quand la complexité de processus des machines et systèmes augmente. Avec WinCC, l'utilisateur peut atteindre un degré élevé de transparence qui mène à l'optimisation de processus. [26]

IV.4.2. Avantage de WinCC :

- WinCC permet de visualiser le processus et de concevoir l'interface utilisateur graphique destinée à l'opérateur.
- WinCC permet à l'opérateur de surveiller le processus. Pour ce faire, le processus est visualisé par un graphisme à l'écran. Dès qu'un état du processus évolue, l'affichage est mis à jour.
- WinCC permet à l'opérateur de commander le processus. A partir de l'interface utilisateur graphique, il peut p. ex. entrer une valeur de consigne ou ouvrir une vanne.
- Lorsqu'un état de processus devient critique, une alarme est déclenchée automatiquement. L'écran affiche une alarme en cas de franchissement d'un seuil défini.
- Les alarmes et valeurs de processus peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par WinCC. Ceci permet de documenter la marche du processus et d'avoir accès ultérieurement aux données de production du passé.
- Les interfaces de programmation ouvertes de WinCC permettent d'intégrer de différents programmes pour piloter le processus ou exploiter des données.
- On peut adapter WinCC de façon optimale aux exigences de notre processus. Le système supporte de nombreuses configurations.[19]

IV.4.3. Etablissement de la liaison entre le PLC et L'interface Homme Machine :

Le protocole de communication utilisé dans notre cas pour établir la connexion entre notre automate « CPU 314C- 2DP » et l'interface « TP1200 confort » est le protocole MPI « multi points interface » (Voir figure IV.12).

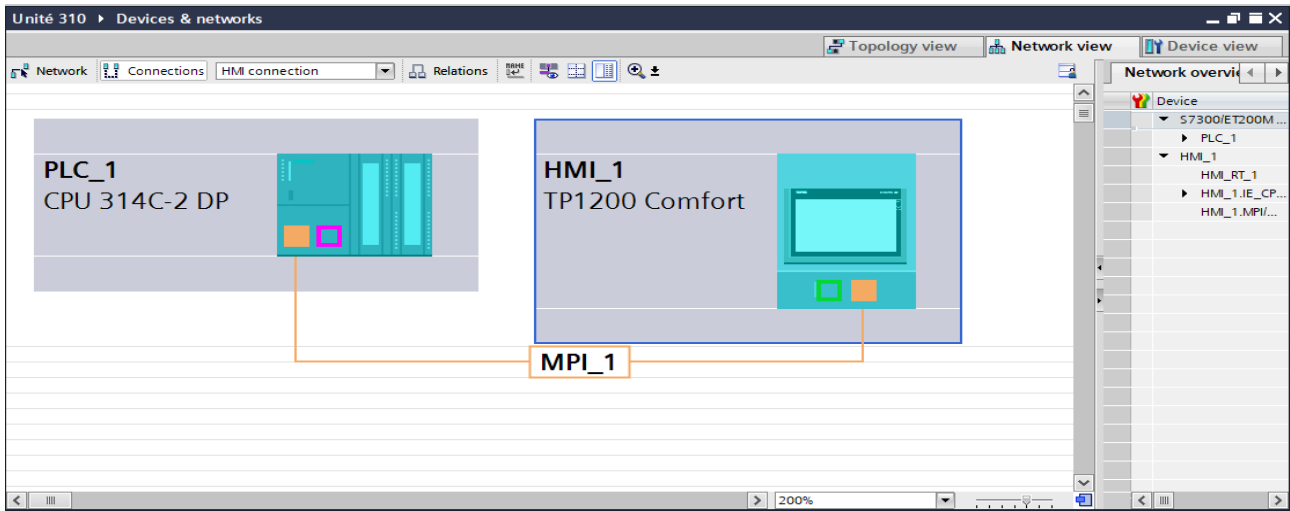


Figure IV.12 : Liaison entre le PLC et L’HMI

IV.4.4. Simulation de projet à l’aide de WinCC :

IV.4.4.1. Vues de système :

A l’aide de WinCC on va simuler notre programme sur l’interface Homme-Machine (HMI). Après avoir cliqué sur l’icône de simulation, logiciel compile le programme pour vérifier les erreurs et avertissements, si le programme n’a aucune erreur l’interface HMI s’affiche.

Notre HMI se compose de différentes vues :

- Vue d’accueil.
- Vue générale de l’unité 310.
- Vue de détails.

IV.4.4.1.a. Vue d’accueil :

Cette vue s’affiche est la première vue qui s’affiche après la simulation.

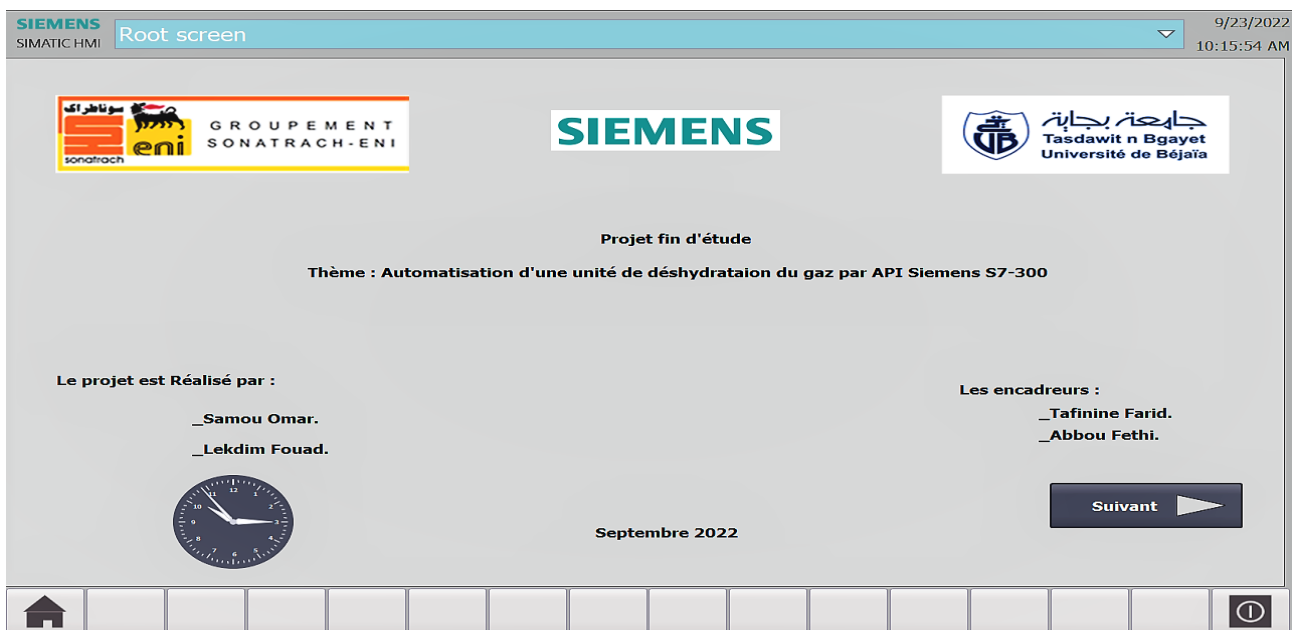


Figure IV.13 : Vue d’accueil de l’HMI

IV.4.4.1.b. Vue générale de l'unité 310 :

Après avoir cliqué sur le bouton « suivant », il nous mène vers la vue de l'unité de déshydratation du gaz où on peut vérifier le comportement des vannes régulatrice et TOR lors du changement de niveau et pression, vérifier les alarmes ainsi que l'état des vannes.

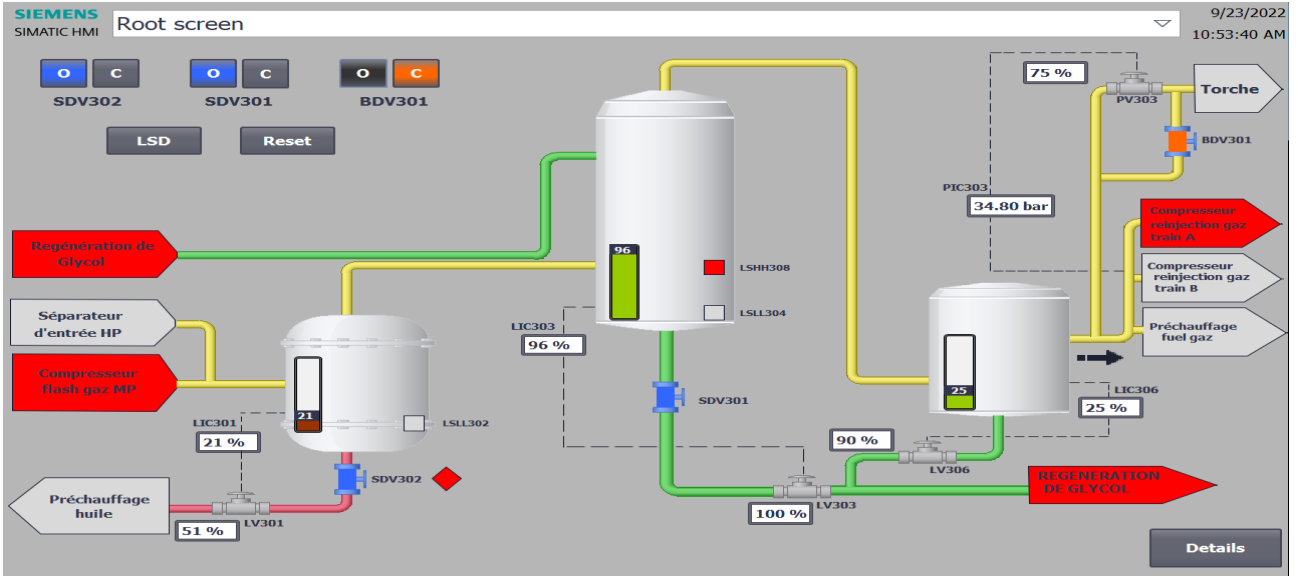


Figure IV.14 : Vue générale de l'unité 310

IV.4.4.1.c. Vue de détails :

La troisième vue représente les barres des niveaux et de pression des différentes boucles de régulation ainsi que les valeurs de consigne, valeurs actuelle des niveaux et pression, valeur d'ouverture ou fermeture de la vanne (OP) et aussi un switch pour la commande manuelle de la vanne.

Le bouton « Unité 310 » permet le retour vers la vue générale de l'unité 310.

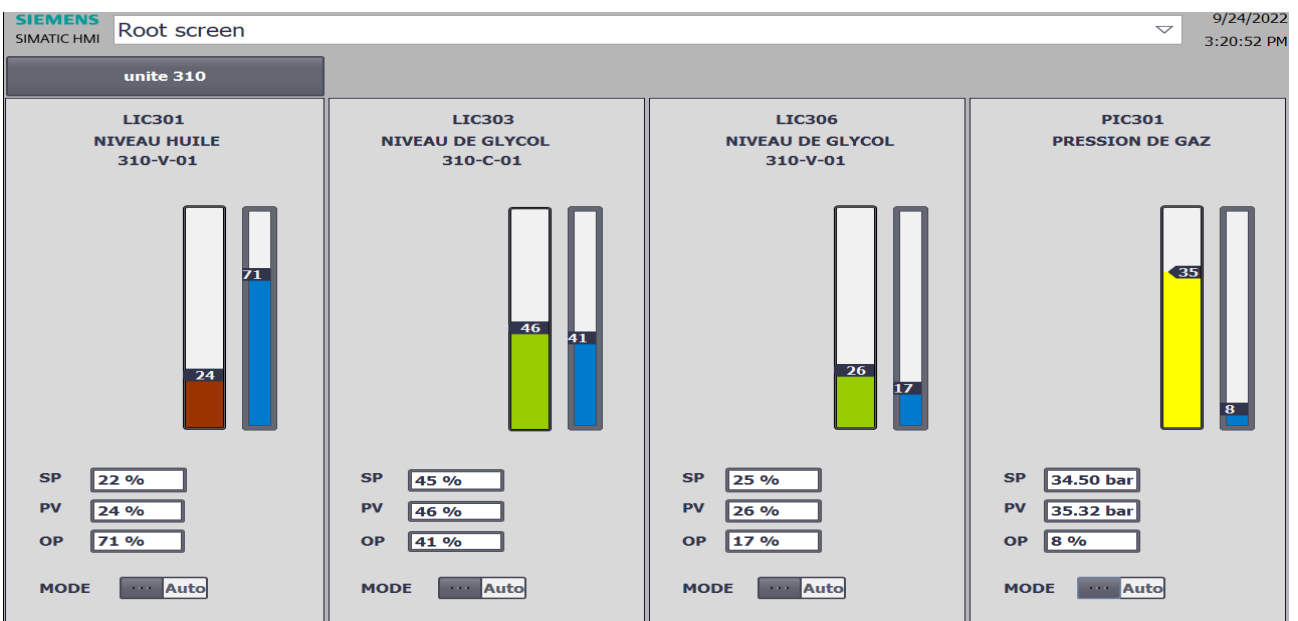


Figure IV.15 : Vue de détails

IV.5. Conclusion :

Ce chapitre a été consacré au développement des vues de supervision en temps réel, ces vues que nous avons développées représentent fidèlement le fonctionnement de l'unité.

Nous avons donné une définition générale de la supervision ainsi que ses avantages particulièrement en milieu industriel.

Nous avons présenté le logiciel TIA Portal, sa partie configuration, les différentes options qu'il possède ainsi que son fonctionnement.

Ce logiciel devient l'outil indispensable pour la simulation des concepts de commande, il nous a permis d'adapter et d'apporter les modifications sur le programme avec une très grande facilité.

Conclusion générale

Notre projet a été mené au sein du centre de traitement de l'huile dirigé par le groupement SONATRACH-ENI à Bir Rebaa Nord. Il a pour but d'élaborer une automatisation et une supervision de l'unité de déshydratation du gaz.

En faisant ce mémoire et à l'aide d'un stage de fin d'études. On a pu acquérir une expérience, une compréhension adéquates en automatisation des systèmes industriels et apprendre des notions sur les instruments.

Le glycol est utilisé comme un absorbant d'eau dans le gaz naturel. Cette opération est appelée la déshydratation du gaz par absorption. Elle est appliquée afin d'éviter les problèmes de formation d'hydrate et la glace d'eau qui provoque le transport du gaz dans le pipeline.

L'utilisation de l'automate programmable industriel SIEMENS S7-300 qui représente le cerveau des automatismes est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il présente beaucoup d'avantages tels que la facilité de programmation, la flexibilité, la possibilité d'extension de ses modules et la validation du programme établie avant son implantation sur l'automate grâce à son logiciel de simulation. Ainsi que les blocs de régulation configurés et prêts à l'emploi dont il dispose s'intègrent facilement aux solutions de contrôle-commande afin d'améliorer les performances et assurer l'optimalité de la production.

Bibliographie :

[1] : www.Sonatrach.com

[2] : <https://www.aps.dz/economie/-exploration-petroliere-sonatrach-en-tete-du-classement-dans-la-region-arabe-et-en-afrique>, consulté le 23/05/2022

[3] : ATMANI.S, HESSAS.L : Rapport de stage dans GSA-BRN, 2016/2017

[4] : LOUNIM : « Automatisation et supervision de SKID d'injection de produit chimique », Mémoire fin d'études, Université de Tizi-Ouzou, 2016

[5] : BELAHMER.N : Rapport de stage dans GSA-BRN, 2018

[6] : LE PROCESS. La déshydratation du gaz. Manuel de formation Révision 0.1 / Total Energie

[7] : MEHTA.A.P, SLOAN.E.D : « Structure Hydrates : The state of the art », Proceeding 2nd International Conference on Natural Gaz Hydrate, p.1-9, Toulouse, France, 1996

[8] : GHODBANE. AEK : « Optimisation de la consommation du glycol au niveau de module .1. à Hassi R'mel » Mémoire de fin d'études, Université de Boumerdès, 2004

[9] : ZERROUK.R , MANANE.T : « Optimisation et Simulation des Pertes du Glycol au niveau de la section de déshydratation dans l'unité(RTGE) a In Amenas pour HYSYS » Mémoire de master, Université de Ouargla, 2015

[10] : « Capteurs et Transmetteurs », Instrumentation CIRA, 2006/2007

[11] : NAHIA , CHELLI.T , BOUGUENDOUR.O : « Perfectionnement et conception d'une automatisation du puits de gaz naturel GT12 a Sonatrach (GassiTouil) » Mémoire de fin d'études, Université de Tizi-Ouzou, 2018

[12] : Manual : « SIMATIC : Logiciel de base pour S7-300/400 Régulation PID », SIEMENS

[13] : BERGOUGNOUX.L : «Automates programmables industriels API » revue technique, université de polytech SIIC, Marseille, 2005

[14] : SIMON.A : « Automate Programmable Industriel, Niveau 1 », Edition L'ELAN, 1991

[15] : NAAMAOUIN : « Automatisation d'un système de remplissage de quatre trémies de sucre avec supervision HMI, CEVITAL » Mémoire de Master, Université de Béjaia, 2014

[16] : IEC 61131-3, NORME INTERNATIONALE, Automates programmables Partie 3: Langages de programmation, Edition 3.0, 2013-02

[17] : DOUDOU.S : « Automates Programmables Industriels », Université de Jijel

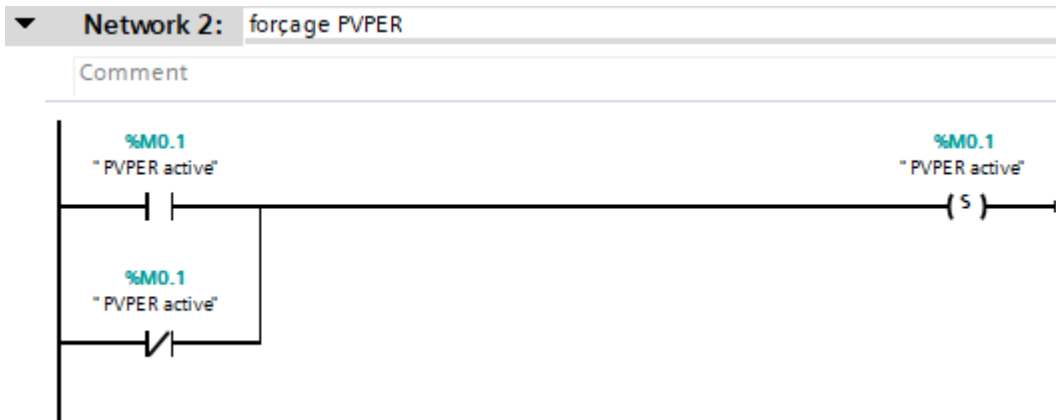
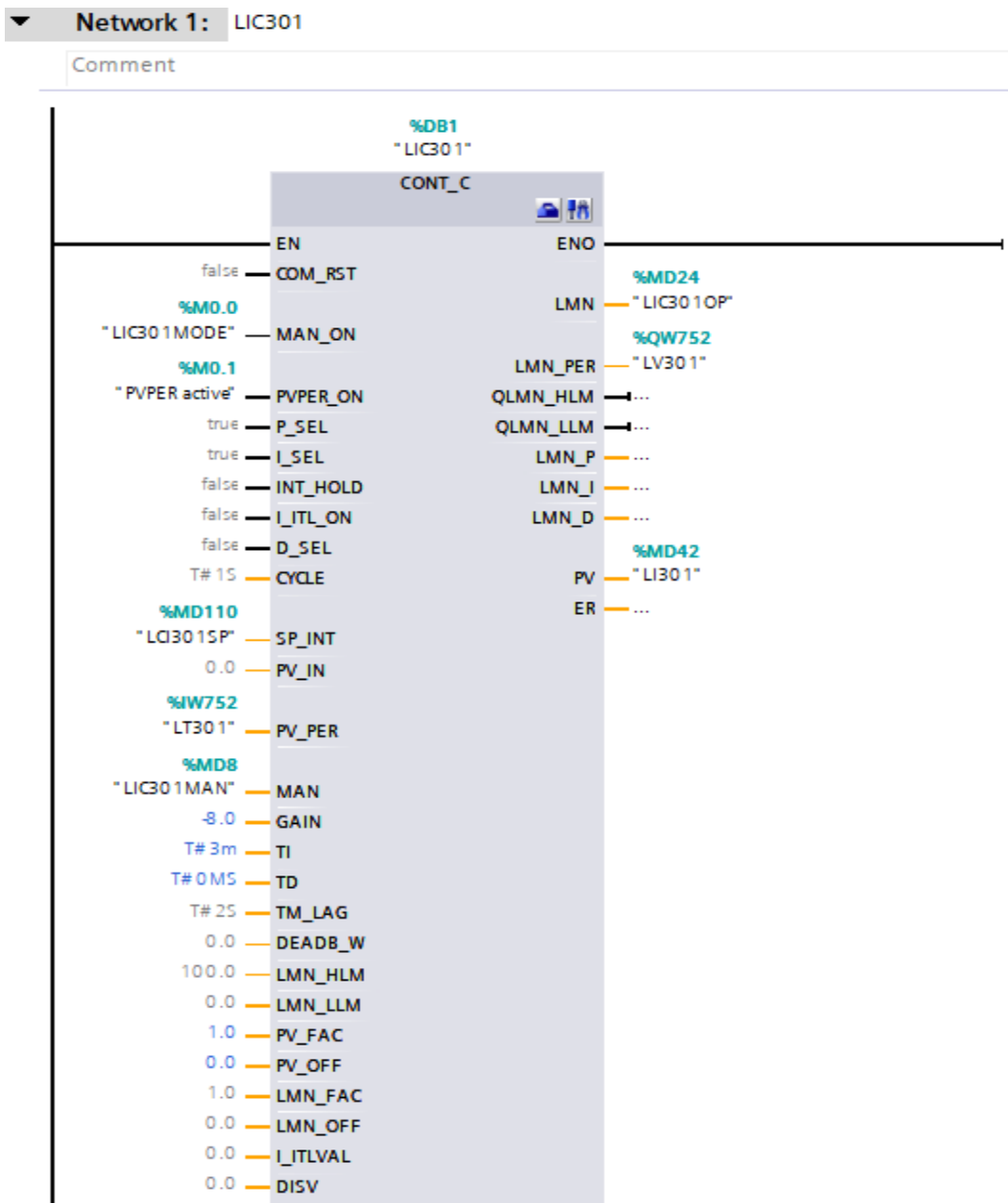
[18] : OULEDDIAF.S, HAMZAOUI.Y : « Etude d'un processus industriel par automate programmable S7-300 : Convoyeur rapide » Mémoire de Master, Université de Guelma, 2018

[19] : WinCC Configuration Manual, Edition 09/1999

- [20] : GILLES.M: « Architecture et application des automates programmables », DUNOD, 1988
- [21] : BOLTON.W : « Automates Programmables Industriels », 2è Edition DUNOD, 2015
- [22] : ROIZOT.S : « Etude des automates programmables industriels(API) », LPO ASTIER
- [23] : GROUT.M , SALAUN.P : « Instrumentation industrielle » , 4è Edition DUNOD, 2015
- [24] : « Learn-/Training Document », Siemens, 2018
- [25] : Manual : « SIMATIC : Programming with STEP 7 », SIEMENS, Edition 05/2010
- [26] : www.siemens.com
- [27] : « Simatic winCC v7» , Siemens
- [28] : Function manual: « SIMATIC : S7-1500, S7-PLCSIM Advanced», Siemens, Edition 09/2016
- [29] : Manual : « SIMATIC : Langage CONT pour SIMATIC S7 300/400, Programmation de blocs», SIEMENS
- [30] : OUHIB.L : « Régulation industrielle », Document de l’Institut Algérien du Pétrole
- [31] : « OUTRE-TERRE, Le nouveau partage (économique) du monde », L’Esprit du Temps, 2016

ANNEXE

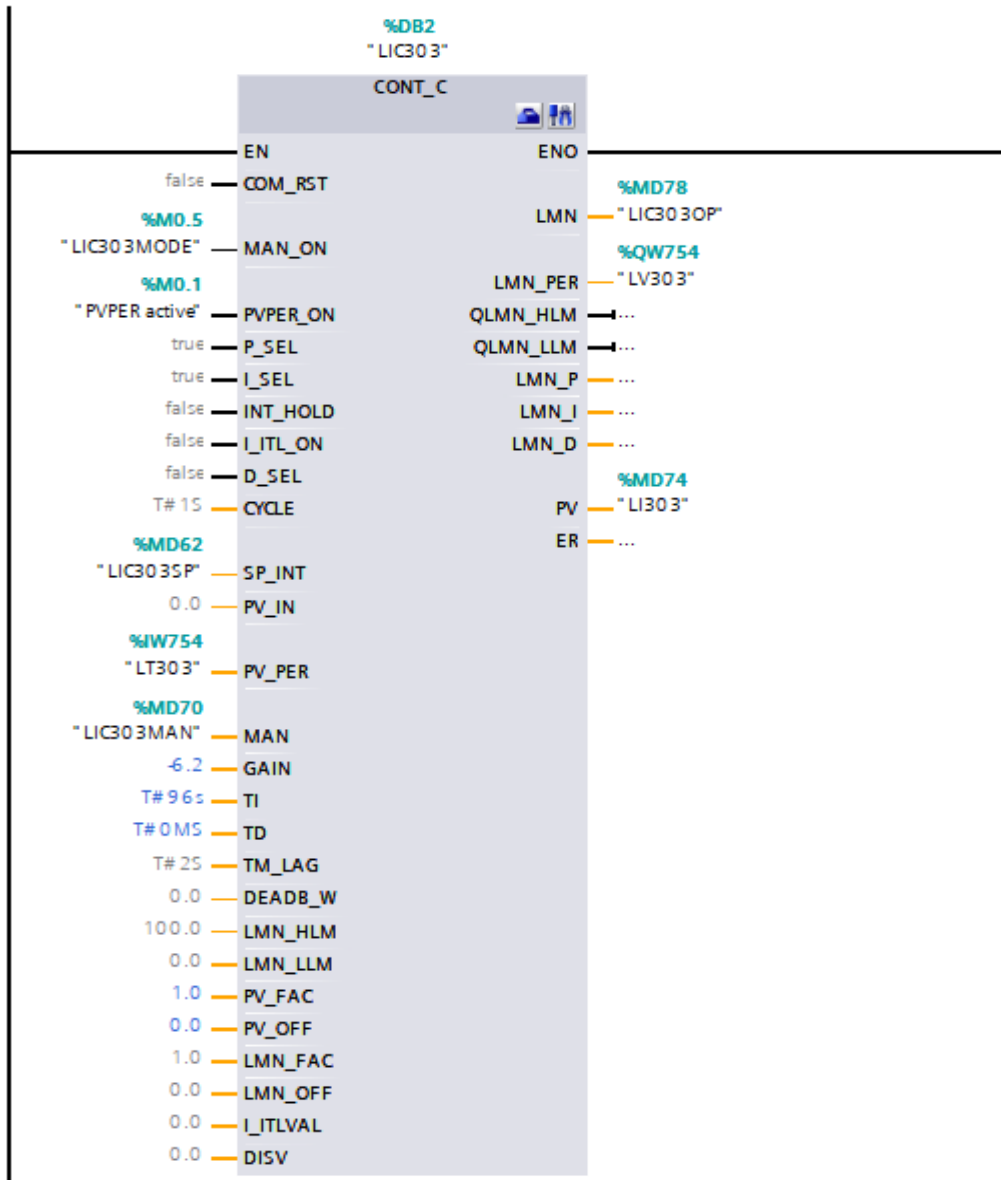
Le programme réalisé :



ANNEXE

Network 3: LIC303

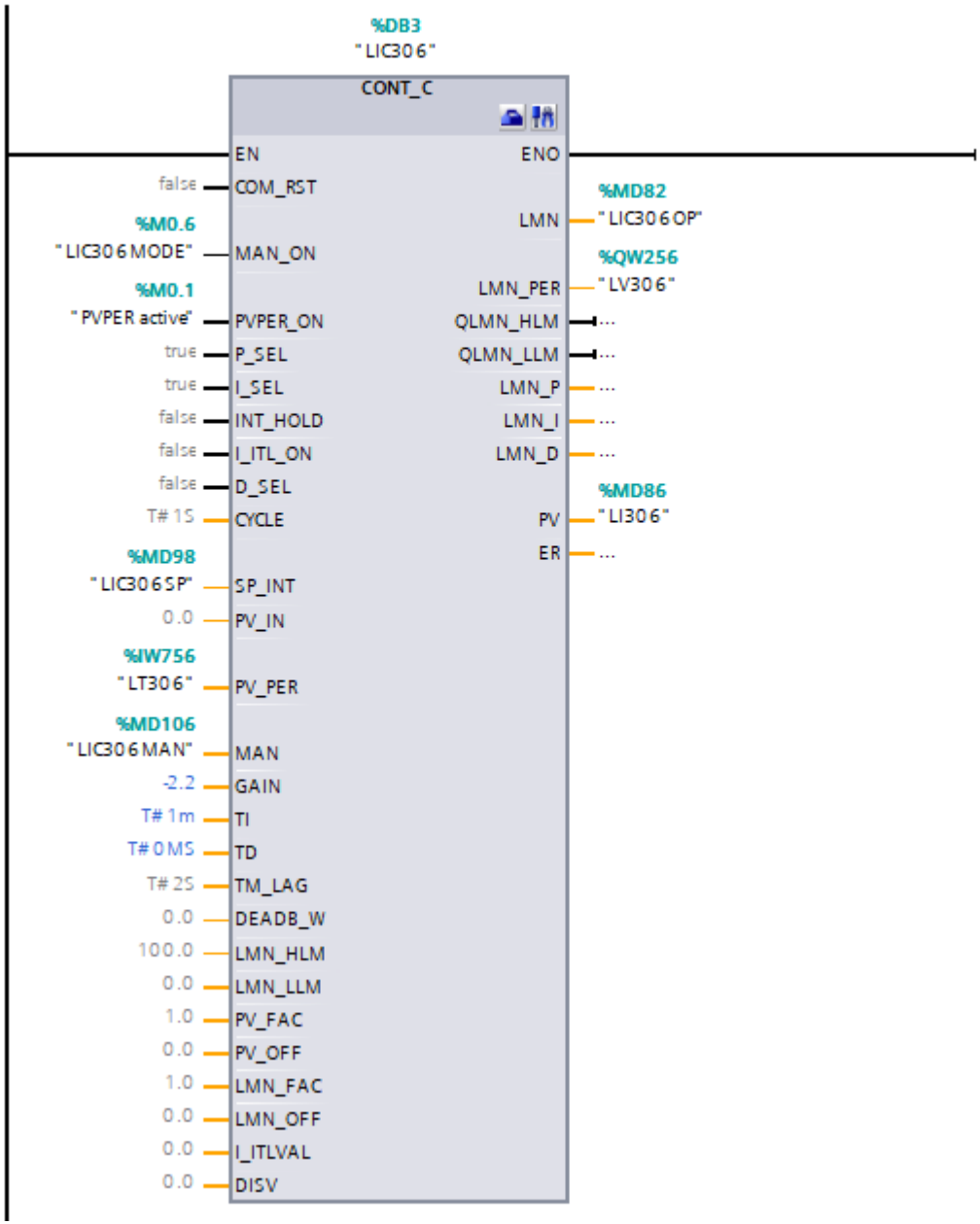
Comment



ANNEXE

Network 4: LIC306

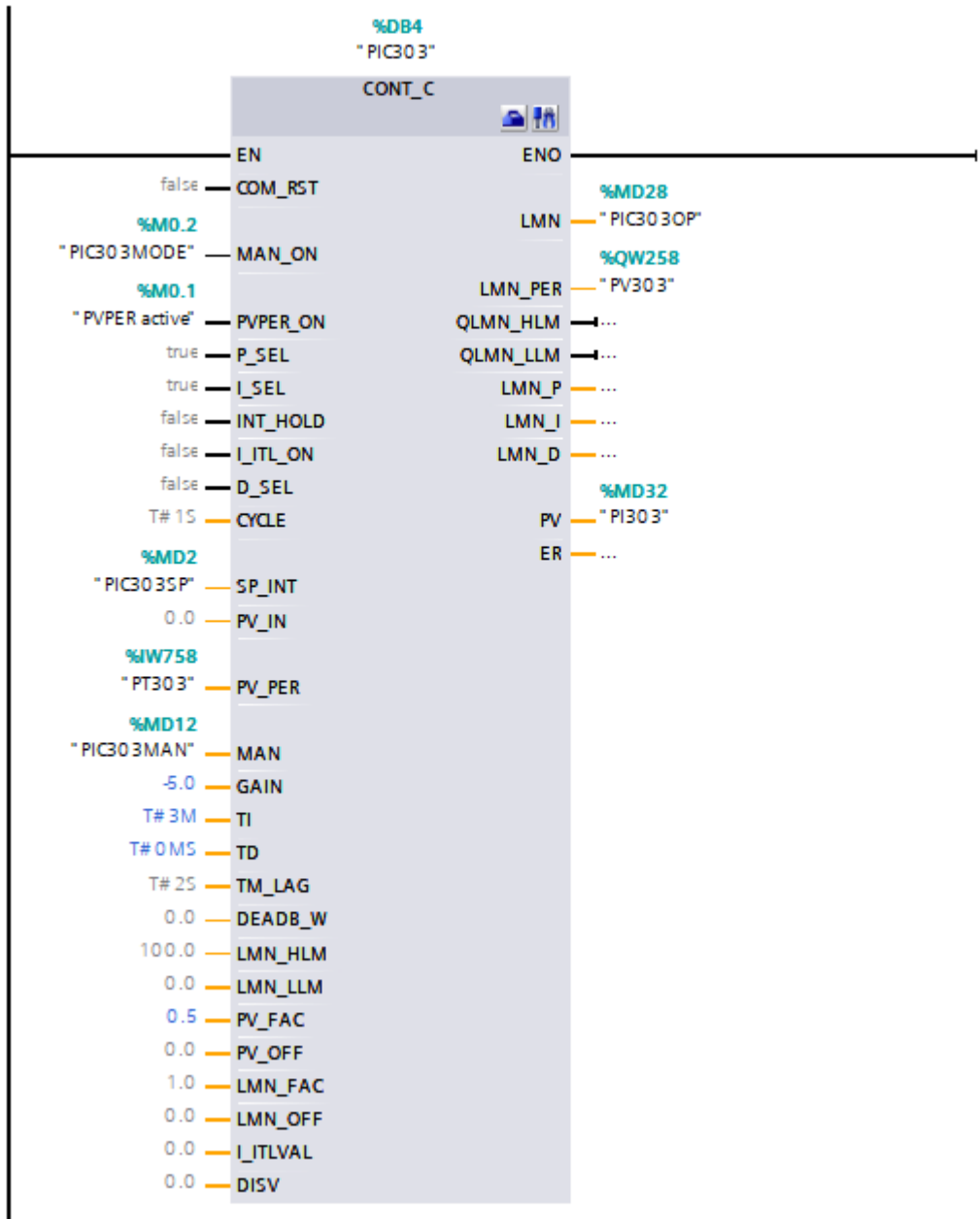
Comment



ANNEXE

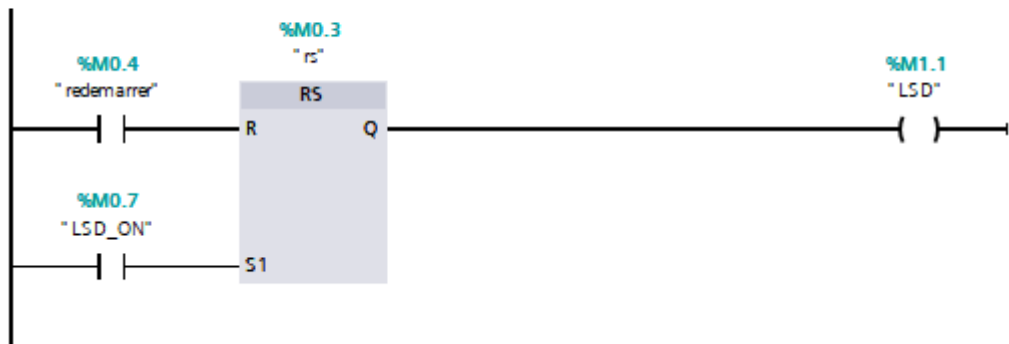
Network 5: PIC303

Comment



Network 6: Activation LSD (Local Shut Down)

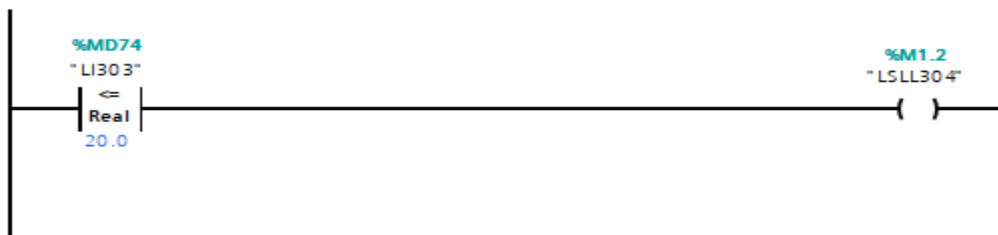
Comment



ANNEXE

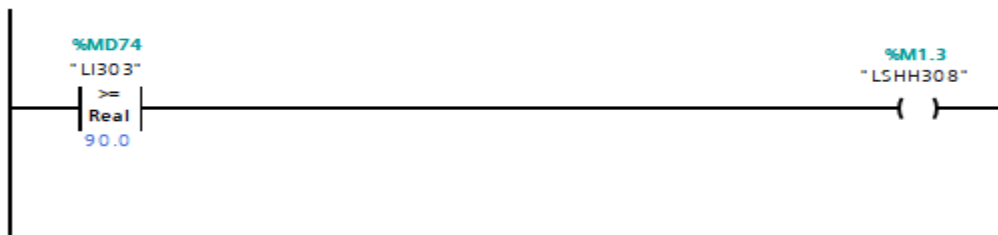
Network 7: Alarme niveau bas (Colonne d'absorption)

Comment



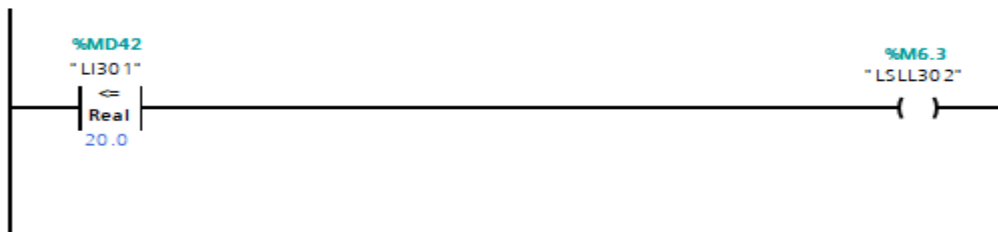
Network 8: Alarme niveau haut (Colonne d'absorption)

Comment



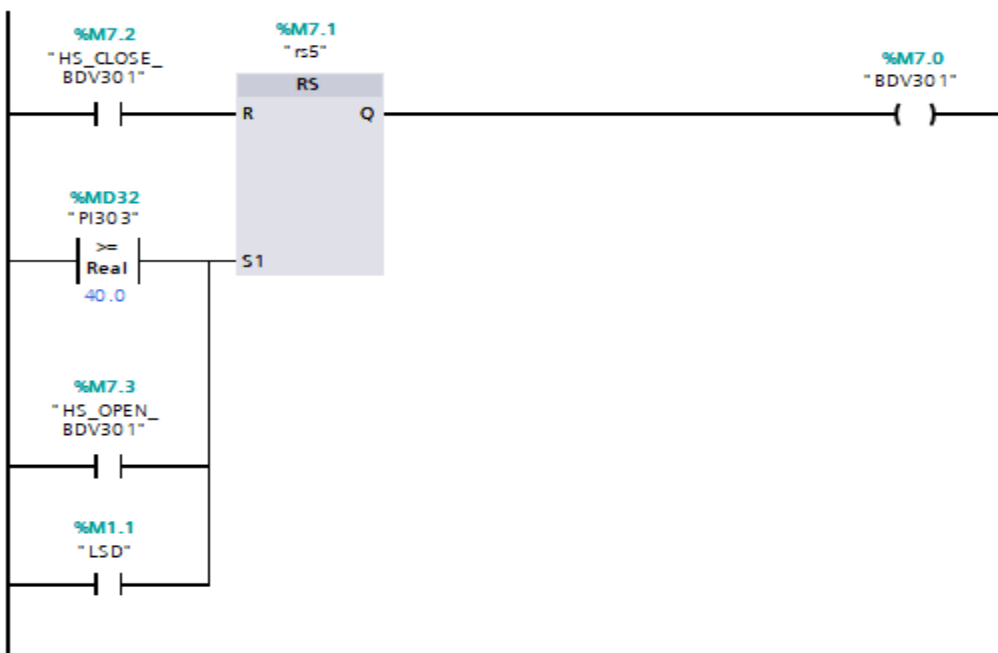
Network 9: Alarme niveau bas (Scrubber)

Comment



Network 10: Commande de BDV301

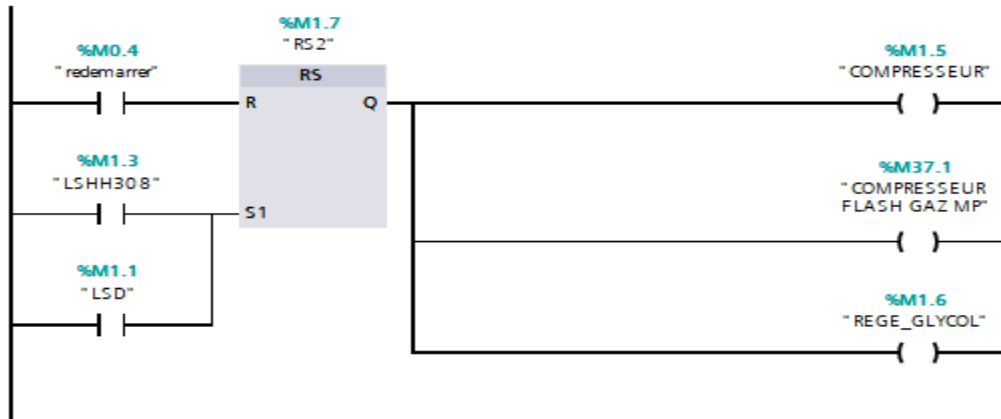
Comment



ANNEXE

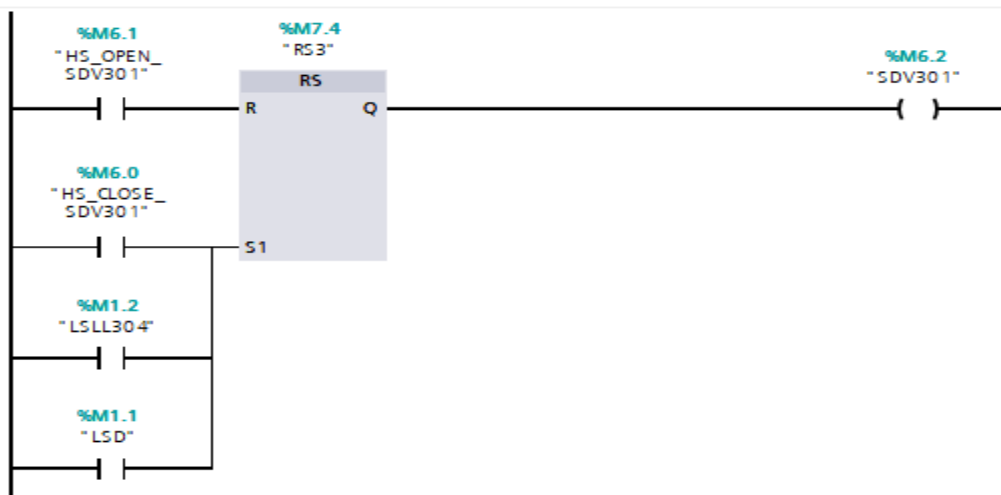
Network 13: Alarme LSHH308 et ses effets

Comment



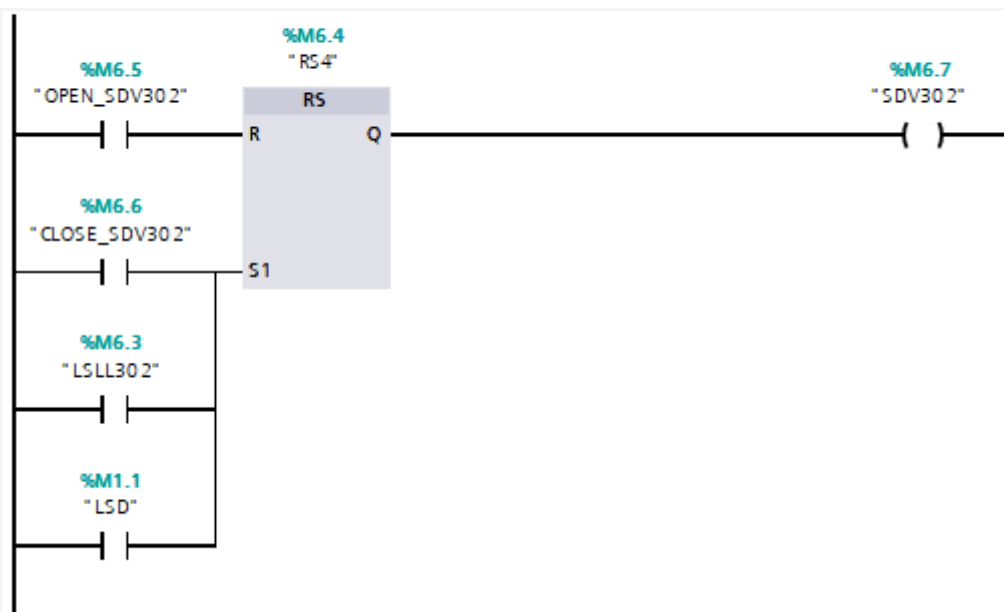
Network 14: Commande de SDV301

Comment



Network 17: Commande de SDV302

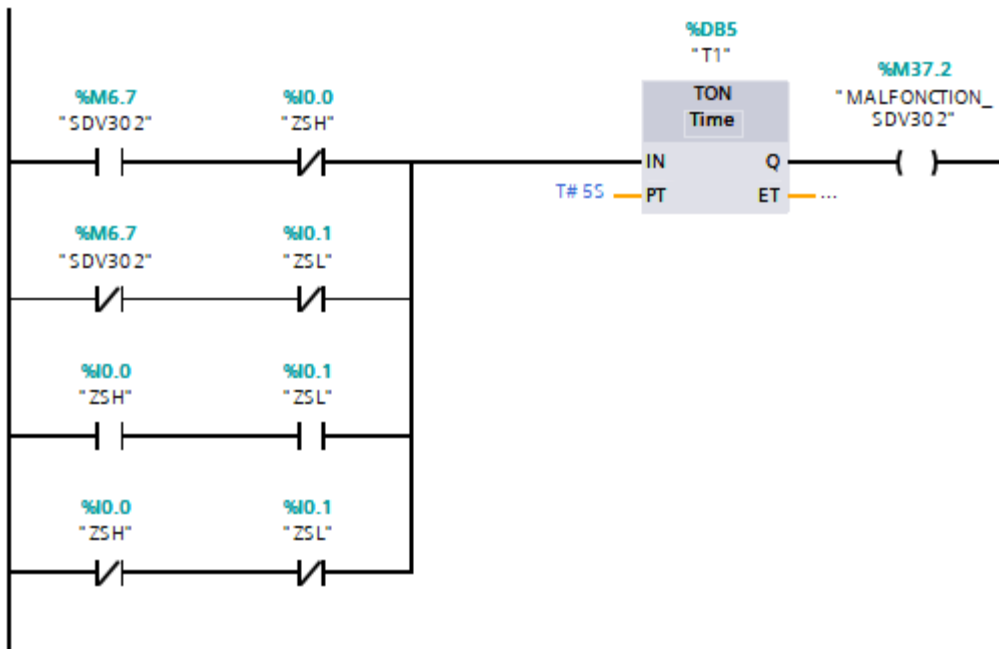
Comment



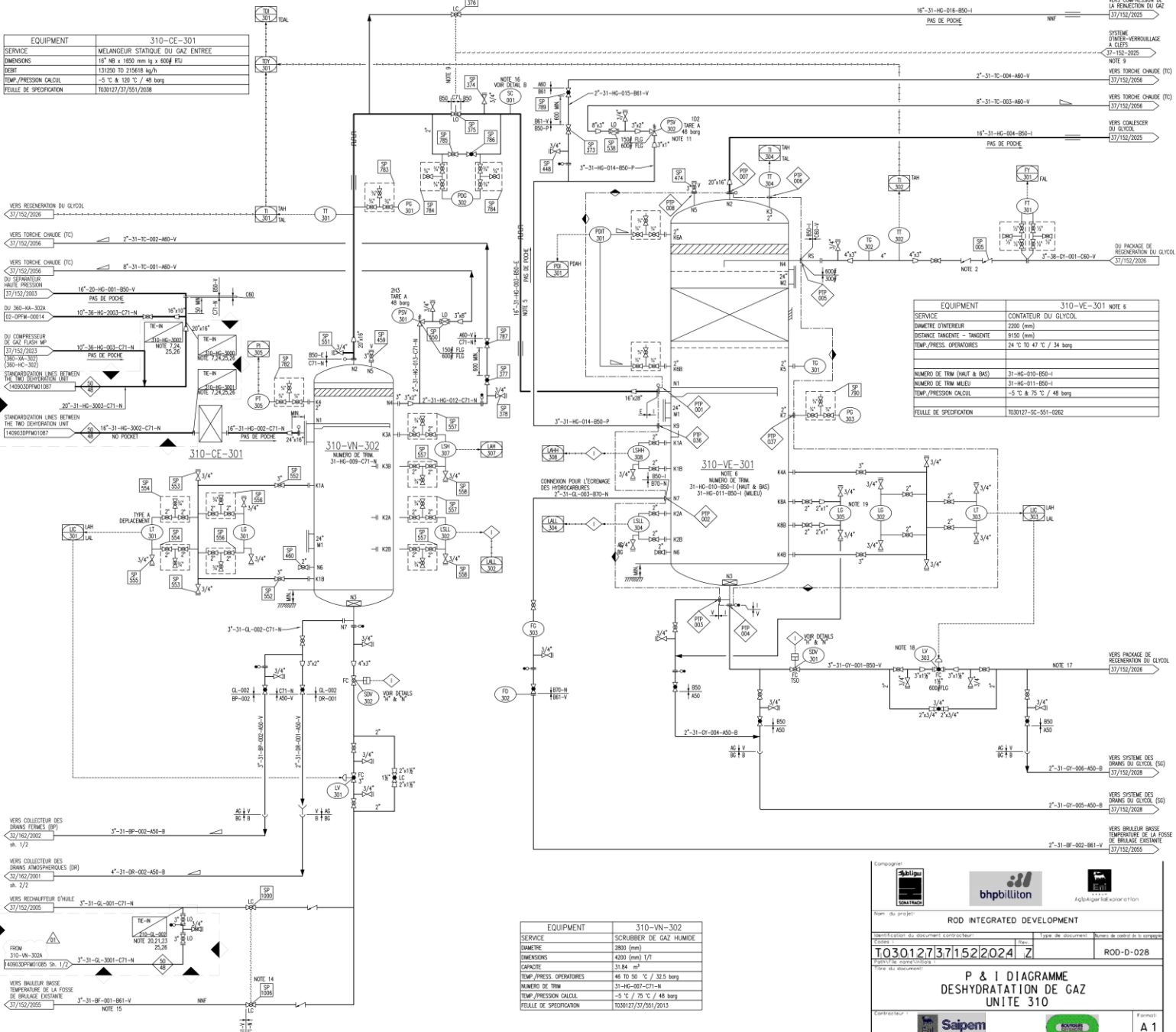
ANNEXE

Network 20: Malfunctionnement de la vanne SDV302

Comment



EQUIPMENT	310-CE-301
SERVICE	MELANGEUR STATIQUE DU GAZ ENTREE
DIMENSIONS	1'2" H8 x 1850 mm x 4'000 H8
DEBIT	131250 TO 215618 kg/h
TEMP/PRESSION CALCUL	-5 °C & 120 °C / 48 barg
FEUILLE DE SPECIFICATION	T030127/37/51/2028

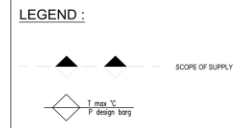


EQUIPMENT	310-VE-301	NOTE 6
SERVICE	CONTENEUR DU GLYCOL	
DIMETRE INTERIEUR	2000 (mm)	
DISTANCE TANGENTE - TANGENTE	9150 (mm)	
TEMP/PRESS. OPERATOIRES	24 °C TO 47 °C / 34 barg	
NUMERO DE TRIM (HAUT & BAS)	31-HG-010-850-I	
NUMERO DE TRIM MILIEU	31-HG-011-850-I	
TEMP/PRESSION CALCUL	-5 °C & 75 °C / 48 barg	
FEUILLE DE SPECIFICATION	T030127-SS-551-0262	

EQUIPMENT	310-VN-302
SERVICE	SCRUBBER DE GAZ HUMIDE
DIMETRE	2800 (mm)
DIMENSIONS	4300 (mm) 1/7
CAPACITE	31.84 m³
TEMP/PRESS. OPERATOIRES	46 TO 56 °C / 32.5 barg
NUMERO DE TRIM	31-HG-007-C71-N
TEMP/PRESSION CALCUL	-5 °C / 75 °C / 48 barg
FEUILLE DE SPECIFICATION	T030127/37/51/2013

- Notes:**
1. DELETED.
 2. CHECK VALVES OF DIFFERENT TYPE TO AVOID COMMON MODE FAILURES.
 3. INSTRUMENT MARKER NUMBER FOR THIS PID SUBDIVISION / FIELD CODE = 03.
 4. THE AREA OF THE FLASK MUST BE PAVED AND MUST HAVE A BORDER, FOR DETAILS OF THE ORNANCE, SEE PLAN T030127/37/52/2025.
 5. MINIMIZE THE LINE LENGTH BETWEEN THE WET GAS SCRUBBER AND THE GLYCOL CONTACTOR.
 6. GLYCOL CONTACTOR IS PROVIDED AS PART OF THE GAS DEHYDRATION PACKAGE 380-XX-301.
 7. THE IN MUST BE MADE FROM THE TOP OF THE PIPE.
 8. DELETED.
 9. SEE NOTE 6 OF THE PID T030127/37/52/2025 FOR THE OPERATION OF THE INTERLOCK SYSTEM.
 10. DELETED.
 11. PSV-302 IS INSIDE THE GLYCOL CONTACTOR VENDOR PACKAGE.
 12. DELETED.
 13. DELETED.
 14. INTERLOCKING SYSTEM WITH KEYS TO ENSURE THAT ONLY ONE VALVE CAN BE OPENED AT A TIME.
 15. EMERGENCY ROUTING SHOULD BE USED ONLY UNDER ABNORMAL CONDITIONS AS A TEMPORARY MEANS OF REMOVING LIGHT HYDROCARBONS FROM THE PROCESS.
 16. THE REFERENCE NUMBERS FOR THE SAMPLING POINTS ON THIS PID ARE PRECEDED BY THE NUMBER 310.
 17. LINE SUBJECT TO SLUGS AND MULTIPHASE FLOWS, PROVIDE ADEQUATE REINFORCEMENT.
 18. THE LEAK OF GAS THROUGH 310-LV-303 IS THE DIMENSIONAL CASE FOR THE GLYCOL FLASH TANK SAFETY VALVE. THE INSTALLED SEAL VALVE MUST NOT BE MODIFIED WITHOUT A DETAILED STUDY.
 19. WHEN THE CONDENSATE ACCUMULATES WHICH CAN BE SEEN WITH LG-305) A SCALING MUST BE PERFORMED, WHEN THE CONDENSATE IS DISCHARGED (WHICH CAN BE SEEN WITH LG-305) THE SCALING MUST BE STOPPED.
 20. DELETED.
 21. TE-IN TO BE MADE FOR FUTURE CONNECTION WITH THE NEW WET GAS SCRUBBER.
 22. DELETED.
 23. ALL CONNECTIONS MUST ENTER PERPENDICULARLY AT THE HIGH POINT.
 24. THE TE-IN REALIZED FOR THE BIVALVIZATION BETWEEN THE EXISTING DEHYDRATION UNIT AND THE NEW DEHYDRATION UNIT
 25. ALL LOW POINTS MUST BE DRAINED.
 26. ALL HIGH POINTS MUST BE VENTED.

Repere :
 AC - AERIEN
 BC - SOUTERRAIN



Compteur

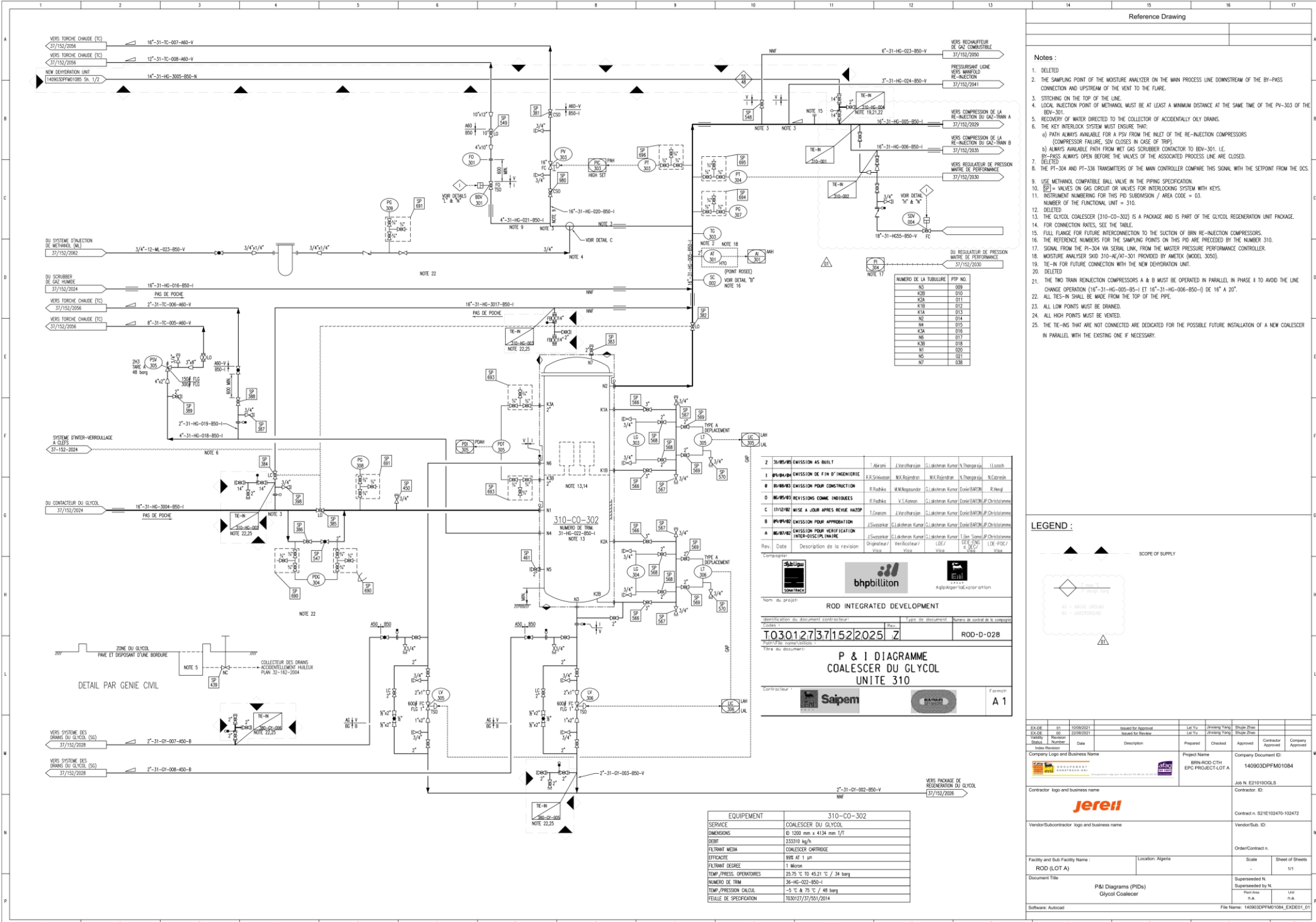
Nom du projet: **ROD INTEGRATED DEVELOPMENT**

Identification de document, constructeur: **T030127/37/52/2024** | Type de document: **ROD-D-028**

P & I DIAGRAMME DESHYDRATATION DE GAZ UNITE 310

Contracteur: **Saipem** | Fourni: **A 1**

ES-DE	01	20250201	Issued for Review	Lin Yu	Jinming Yang	Shou Zhu	
EX-DE <td>02</td> <td>20260101</td> <td>Issued for Review</td> <td>Lin Yu</td> <td>Jinming Yang</td> <td>Shou Zhu</td> <td></td>	02	20260101	Issued for Review	Lin Yu	Jinming Yang	Shou Zhu	
DRW	Number	Date	Description	Prepared	Checked	Approved	Company Approval
Company Logo and Business Name				Project Name		Company Document ID	
Contractor logo and business name				Vendor/Sub. ID		Contract n. 521E102470-102472	
Vendor/Subcontractor logo and business name				Order/Contract n.		Sheet of Sheets	
Facility and Sub Facility Name				Location: Algeria		Scale: 1/1	
Document Title				P&I Diagrams (PIDs) Dehydration Unit		Superseded N: Superseded by N: n.a. / n.a.	
Software: AutoCAD				File Name: 140903DPFMO1082_EXDE01			



EQUIPEMENT		310-CO-302
SERVICE	COALESCER DU GLYCOL	
DIMENSIONS	D 1200 mm x 4134 mm 1/1	
DEBIT	233310 kg/h	
FILTRANT MEDIA	COALESCER CARTRIDGE	
EFFICACITE	99% AT 1 µm	
FILTRANT DEGREE	1 Micron	
TEMP/PRESS. OPERATOIRES	25.75 °C TO 45.21 °C / 34 barg	
NUMERO DE TRIM	36-HC-022-850-I	
TEMP/PRESSION CALCUL	-5 °C & 75 °C / 48 barg	
FEUILLE DE SPECIFICATION	7630127/5751/2014	

Reference Drawing

- Notes :
- DELETED
 - THE SAMPLING POINT OF THE MOISTURE ANALYZER ON THE MAIN PROCESS LINE DOWNSTREAM OF THE BY-PASS CONNECTION AND UPSTREAM OF THE VENT TO THE FLARE.
 - STITCHING ON THE TOP OF THE LINE.
 - LOCAL INJECTION POINT OF METHANOL MUST BE AT LEAST A MINIMUM DISTANCE AT THE SAME TIME OF THE PV-303 OF THE BODY-301
 - RECOVERY OF WATER DIRECTED TO THE COLLECTOR OF ACCIDENTALLY OILY DRAINS.
 - THE KEY INTERLOCK SYSTEM MUST ENSURE THAT:
 - a) PATH ALWAYS AVAILABLE FOR A PSV FROM THE INLET OF THE RE-INJECTION COMPRESSORS (COMPRESSOR FAILURE, SDN CLOSÉS IN CASE OF TRIP)
 - b) ALWAYS AVAILABLE PATH FROM WET GAS SCRUBBER CONNECTOR TO BOW-301. I.E. BY-PASS ALWAYS OPEN BEFORE THE VALVES OF THE ASSOCIATED PROCESS LINE ARE CLOSED.
 - DELETED
 - THE PT-304 AND PT-336 TRANSMITTERS OF THE MAIN CONTROLLER COMPARE THIS SIGNAL WITH THE SETPOINT FROM THE DCS.
 - USE METHANOL COMPATIBLE BALL VALVE IN THE PIPING SPECIFICATION.
 - SP = VALVES ON GAS CIRCUIT OR VALVES FOR INTERLOCKING SYSTEM WITH KEYS.
 - INSTRUMENT NUMERING FOR THIS PID SUBDIVISION / AREA CODE = 03. NUMBER OF THE FUNCTIONAL UNIT = 310.
 - DELETED
 - THE GLYCOL COALESCER (310-CO-302) IS A PACKAGE AND IS PART OF THE GLYCOL REGENERATION UNIT PACKAGE.
 - FOR CONNECTION RATES, SEE THE TABLE.
 - FULL FLANGE FOR FUTURE INTERCONNECTION TO THE SUCTION OF BRN RE-INJECTION COMPRESSORS. THE REFERENCE NUMBERS FOR THE SAMPLING POINTS ON THIS PID ARE PRECEDED BY THE NUMBER 310.
 - SIGNAL FROM THE PI-304 VIA SERIAL LINK, FROM THE MASTER PRESSURE PERFORMANCE CONTROLLER.
 - INSTRUMENT NUMERING FOR THIS PID SUBDIVISION / AREA CODE = 03.
 - RE-IN FOR FUTURE CONNECTION WITH THE NEW DEHUMIDIFICATION UNIT.
 - DELETED
 - THE TWO TRAIN REINJECTION COMPRESSORS A & B MUST BE OPERATED IN PARALLEL IN PHASE II TO AVOID THE LINE CHANGE OPERATION (16"-31-HC-006-850-I ET 16"-31-HC-006-850-I) DE 16" A 20".
 - ALL RE-IN SHALL BE MADE FROM THE TOP OF THE PIPE.
 - ALL LOW POINTS MUST BE DRAINED.
 - ALL HIGH POINTS MUST BE VENTED.
 - THE RE-IN THAT ARE NOT CONNECTED ARE DEDICATED FOR THE POSSIBLE FUTURE INSTALLATION OF A NEW COALESCER IN PARALLEL WITH THE EXISTING ONE IF NECESSARY.

NUMERO DE LA TUBERIE	PIP. NO.
N3	009
K2B	010
K2A	011
K1B	012
K1A	013
N2	014
N4	015
K3A	016
K3B	017
N1	020
N5	021
N7	030

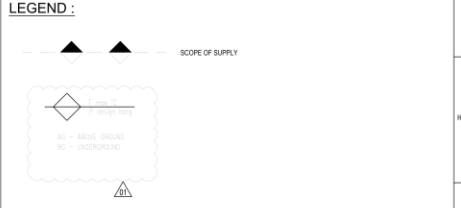
REVISION	DESCRIPTION DE LA REVISION	DATE	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
Z	310-000 EMISSION AS BUILT		J. Alami	J. Vourhachjan	G. Lakhtanov, S. Thompson, L. Lopez
I	310-000 EMISSION DE FIN D'INGENIERIE		F. R. S. S. S.	M. R. R. R. R.	M. R. R. R. R., S. Thompson, N. Corwin
B	310-000 EMISSION POUR CONSTRUCTION		R. R. R. R.	M. M. M. M. M.	G. Lakhtanov, S. Thompson, R. R. R. R.
D	310-000 REVISIONS COMME INDIQUEES		R. R. R. R.	V. S. S. S.	G. Lakhtanov, S. Thompson, S. D. S. S.
C	310-000 MISE A JOUR APRES REVUE HAZOP		J. S. S. S.	J. Vourhachjan	G. Lakhtanov, S. Thompson, S. D. S. S.
B	310-000 EMISSION POUR APPROXIMATION		J. S. S. S.	G. Lakhtanov, S. Thompson, S. D. S. S.	G. Lakhtanov, S. Thompson, S. D. S. S.
A	310-000 EMISSION POUR VERIFICATION INTER-OPERATIONNELLE		J. S. S. S.	G. Lakhtanov, S. Thompson, S. D. S. S.	G. Lakhtanov, S. Thompson, S. D. S. S.

Nom du projet: **ROD INTEGRATED DEVELOPMENT**

 Identification du document: **T030127571522025**

 Titre du document: **P & I DIAGRAMME COALESCER DU GLYCOL UNITE 310**

 Form: **A 1**



Rev.	Date	Description	Prepared	Checked	Approved	Contractor	Company
01	15/08/2021	Issue for Approval	Le V.	Le V.	Le V.	Jereil	Bouygues
02	15/08/2021	Issue for Review	Le V.	Le V.	Le V.	Jereil	Bouygues

Company Logo and Business Name: **Jereil**

 Project Name: **BRN ROD CTH EPIC PROJECT LOT A**

 Company Reference: **140903DFFM1084**

 Job N: **E2101500LS**

 Contractor ID: **Contract n. 6216102475-102472**

 Vendor/Subcontractor logo and business name: **Jereil**

 Vendor/Sub ID: **Contract n. 6216102475-102472**

Facility and Sub Facility Name: **ROD (LOT A)**

 Location: **Algeria**

 Scale: **1/1**

 Sheet of Sheets: **1/1**

Document Title: **P&I Diagrams (PIDs) Glycol Coalescer**

 Superseded by: **N/A**

 Part Area: **N/A**

 Unit: **N/A**

Software: **Autocad**

 File Name: **140903DFFM1084_EXDR01_01**

Item No.	SERVICE	SERVICE	TAG No.	P&ID No.	Notes	EFFECT		P&ID No.	Notes			
						ACTION	ACTION					
	PSD GAS SYSTEM	PSD GAZ			SHT 5	X	X	X	X	X	COMPRESSEUR DE GAZ FLASH MP	SHT 19
	GLYCOL CONTACTOR	CONTACTEUR	310-LBHH-308	2024		X	X	X			LSD HP-1 (200-SDV-302)	SHT 8
	PUSH BUTTON IN DCS	BP DCS	380-HS-304					X			ARRET PARTIEL DE L'UNITE DE REGENE	(1)
	CONTACTOR INLET K.O DRUM	ENTREE BALLON CONTACTEUR	310-LSL-302	2024					X		RAJON DE GLYCOL (SAUF PILOTS)	
	CASCADE EFFECT MINIMISATION	MINIMISATION DE L'EFFET DE CASCADE			SHT 8			X			FERMETURE SCRUBBER DU GAZ	
	PUSH BUTTON IN DCS	BP DCS	380-HS-303					X	X	X	HUMIDE SORTIE HUILE 310-SDV-302	
	TRIP FROM GLYCOL REGENERATION PACKAGE	DECLENCHEMENT VENANT DE L'UNITE DE REGENERATION DE GLYCOL	380-LIA-302	2026	(1)				X	X	LSD FS-1 (400-SDV-306)	SHT 27
	GLYCOL CONTACTOR	CONTACTEUR	310-LSL-304	2024				X			FERMETURE CONTACTEUR SORTIE GLYCOL 310-SDV-301	(1)
	GLYCOL STORAGE TANK	BAC DE STOCKAGE DE GLYCOL	380-LSL-303	2027				X	X		ARRET COMPLET DE L'UNITE DE REGENERATION DE GLYCOL	
	GLYCOL CLOSED DRAINS DRUM	BALLON DE DRAINS DE GLYCOL FERME	380-LSL-305	2028						X	FERMETURE CONTACTEUR SORTIE GLYCOL 310-SDV-301	
	LSD FROM (MAIN FUEL GAS) LP FG HEATER	LSD DU GAZ COMBUSTIBLE BP			SHT 27						STOP GLYCOL CHARGE PUMP 380-PA-302	
	MECHANICAL SEAL	ETANCHEITE MECANIQUE	380-LBHH-422A					X			ARRET POMPE DE CHARGE DU GLYCOL 380-PA-302A	
	MECHANICAL SEAL	ETANCHEITE MECANIQUE	380-LBHH-422B						X		ARRET POMPE DE CHARGE DU GLYCOL 380-PA-302B	
											STOP GLYCOL TRANSFER PUMP 380-MUY-303	2027
											GLYCOL 380-PA-301	
											FERMETURE GAZ COMBUSTIBLE VERS REGENERATION DE GLYCOL 380-SSDV-301	2028
											REGENERATION DE GLYCOL 380-SDV-301	
											ARRET PARTIEL GLYCOL REGENERATION PACKAGE 380-UIY-303	2028 (1), (2)

Item No.	SERVICE	SERVICE	TAG No.	P&ID No.	Notes	CAUSE	EFFECT	P&ID No.	Notes
	PSD GAS SYSTEM	PSD GAZ			SHT 5	X	X	X	X
	GLYCOL CONTACTOR	CONTACTEUR	310-LBHH-308	2024		X	X	X	
	PUSH BUTTON IN DCS	BP DCS	380-HS-304					X	
	CONTACTOR INLET K.O DRUM	ENTREE BALLON CONTACTEUR	310-LSL-302	2024					X
	CASCADE EFFECT MINIMISATION	MINIMISATION DE L'EFFET DE CASCADE			SHT 8			X	
	PUSH BUTTON IN DCS	BP DCS	380-HS-303					X	X
	TRIP FROM GLYCOL REGENERATION PACKAGE	DECLENCHEMENT VENANT DE L'UNITE DE REGENERATION DE GLYCOL	380-LIA-302	2026	(1)			X	X
	GLYCOL CONTACTOR	CONTACTEUR	310-LSL-304	2024				X	
	GLYCOL STORAGE TANK	BAC DE STOCKAGE DE GLYCOL	380-LSL-303	2027				X	X
	GLYCOL CLOSED DRAINS DRUM	BALLON DE DRAINS DE GLYCOL FERME	380-LSL-305	2028					X
	LSD FROM (MAIN FUEL GAS) LP FG HEATER	LSD DU GAZ COMBUSTIBLE BP			SHT 27				
	MECHANICAL SEAL	ETANCHEITE MECANIQUE	380-LBHH-422A					X	
	MECHANICAL SEAL	ETANCHEITE MECANIQUE	380-LBHH-422B						X

Notes:						CE DECLENCHEMENT PARTIEL INDIRA DANS LA LOGIQUE DU PACKAGE DE REGENERATION DE GLYCOL L'ARRET DES CONSOMMATEURS DE GAZ COMBUSTIBLE SUIVANTS:				GAZ DE STRIPPAGE PAR FERMETURE DE LA 380-SDV-405			
(1) REFER TO VENDOR C&E MATRIX DOC: SC-163-0013 VOIR MATRICE C&E FOURNISSEUR N°T030127-SC-163-0013													
(2) THIS SHALL STOP THE MAIN FUEL GAS CONSUMERS , CLOSING OF 380-SDV-409/410 AND OPENING OF 380-SDV-405. CLOSING OF 380-SDV-405						BRULEURS PRINCIPAUX PAR FERMETURE DES 380-SDV-409/410 ET OUVREURE DE LA 380-SDV-405							

DRAWING/DOCUMENT No.		REFERENCE DRAWINGS		REV No.	DATE	REVISIONS		SEE FRONT SHEET	

ROD INTEGRATED DEVELOPMENT		
CAUSE & EFFECT MATRIX		
UNIT : GAS DEHYDRATION & GLYCOL REGENERATION		
DRAWING No.	SHEET	REV
T030127/33/157/2001	22	0

Abstract

Gas dehydration helps prevent pipeline corrosion and hydrate formation

The presented work focuses on the automation and supervision of the gas dehydration unit of Bir Rebaa Nord complex. For this, we started by developing a programmable solution with the Step7 software and finished by creating a human-machine interface with WinCC flexible software to be able to monitor the unit in real time.

Keywords: automation, gas dehydration unit, supervision, S7-300 PLC, WinCC, Step7

Résumé

La déshydrations du gaz permet d'éviter la corrosion des pipes et la formation d'hydrates.

Le travail présenté consiste à automatiser et superviser l'unité de déshydratation de gaz du complexe de Bir Rebaa Nord. Pour ça, on a commencé par développé une solution programmable avec le logiciel Step7 et terminé par la création d'une interface homme-machine avec WinCC flexible pour la supervision de l'unité en temps réel.

Mots clés: automatisisation, unité de déshydratation du gaz, supervision, API S7-300, WinCC, Step7