

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la communication

Département d'Electronique et des Télécommunications



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Automatique

Spécialité : Instrumentation Industrielle

Présenté par :

DENDOUGUI Yassine

SAKER Aziza

Thème

Conception d'un système de contrôle
numérique pour l'unité de GPL 2

Hassi Messaoud

Devant le jury :

Mr SMAHI Mokhtar

MAA

Président

UKM Ouargla

Mr TOUBAKH Houari

MAA

Encadreur/rapporteur

UKM Ouargla

Mr BEN SID Khaled

MAB

Examineur

UKM Ouargla

Année universitaire 2019/2020

Remerciement

*Avant tout nous tenons à remercier **ALLAH**, pour la volonté, la force d'accomplir ce modeste travail, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.*

On remercie, également, nos enseignants du Département d'Electronique, qui ont cru en nos capacités, qui ont contribué à notre formation.

Nos sincères remerciements à nos encadreurs

Mr. TOUBAKH Houari

qui ont bien voulu nous encadrer, et de nous avoir encouragé durant la réalisation de notre travail

Résumé

Les insuffisances en matière de sécurité, rendement et fiabilité, en plus des problèmes de maintenance rencontrés à l'unité traitement GPL 2 ont poussé SONATRACH à s'intéresser à la rénovation et la modernisation de cette unité. Dans ce travail nous proposons une solution qui consiste à la conception d'un système de contrôle numérique à base d'un automate programmable Siemens S7-400 comprenant une solution de supervision en remplacement au système pneumatique actuel.

Mots Clés :

automate, Siemens, S7-400, automatisation, supervision, choix de l'instrumentation, unité de traitement de brut, GPL 2 Hassi Messaoud , TIA Portal , Wincc RT advanced .

Sommaire

Remerciement

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale 05

Chapitre I: Présentation du champ d'exploitation de Hassi Messaoud et de l'unité GPL-2

1. Introduction7

2. Présentation du champ de Hassi-Messaoud7

2.1. Situation géographique et géologique du gisement7

2.2. Historique du gisement9

3. Présentation de la société d'hydrocarbure *SONATRACH*9

4. Organisation de la direction régionale de Hassi-Messaoud9

4.1. Organisation de la direction maintenance10

4.1.1. Département de support.....10

4.1.2. Département d'intervention.....12

5. Présentation de l'unité de liquéfaction de gaz *GPL-2*.....13

5.1. Historique.....13

5.2. Description de l'unité *GPL-2*.....14

5.2.1. Capacité de traitement et de production de l'unité *GPL-2*15

5.2.2. Spécifications des produits15

5.2.3. Principe de fonctionnement et description de l'unité *GPL-2*16

6. Conclusion.....16

Chapitre II: Choix des instruments

1. Introduction18

2. Choix des actionneurs18

2.1.	Les vannes régulatrices	18
2.2.	Les Vannes tout ou rien	19
2.3.	Convertisseur électropneumatique.....	20
2.4.	Position de la vanne en cas de manque d'air	20
3.	Choix des instruments de mesure.....	21
3.1.	Le rôle du transmetteur	21
3.2.	Les transmetteurs intelligents	22
3.3.	Critère du choix d'un transmetteur	23
3.4.	Cahiers de charge des transmetteurs	24
3.5.	Les transmetteurs proposés pour l'unité de séparation.....	26
4.	Conclusion.....	29

Chapitre III: Automatisation proposée

1.	Introduction	31
2.	Les séquences	32
2.1.	Le démarrage	32
2.2.	Les arrêts.....	35
3.	La sécurité	37
3.1.	Arrêt d'urgence	38
3.2.	Arrêt de processus.....	38
3.3.	Discordance	38
3.4.	Les alarmes	39
4.	La régulation	40
4.1.	Le séparateur HP.....	40
4.2.	Le séparateur MP	41
5.	Conclusion.....	42

Chapitre IV : Conception d'un système de contrôle numérique

1.	Introduction	44
----	--------------------	----

2. Les automates siemens S7-400	45
3. Logiciel de programmation utilisé TIA PORTAL V12	46
4. Configuration matérielle	48
4.1. Critère de choix d'un automate.....	48
4.2. La configuration proposée	49
4.2.1. La CPU	49
4.2.2. Les modules E/S	49
4.2.3. Les modules E/S proposés.....	50
5. Programmation.....	52
5.1. Principes de base de la programmation	52
5.1.1. Système d'exploitation et programme utilisateur.....	52
5.1.2. Programmation linéaire et structurée.....	53
5.2. Mise en œuvre du programme	58
5.2.1. blocs d'organisation (OB) créés	59
5.2.2. Blocs fonctionnels (FB) créés.....	61
5.2.3. Fonctions (FC) créés.....	61
6. La supervision	62
6.1. IHM - Interface Homme Machine	62
6.2. Règles ergonomiques d'une HMI le concepteur d'interface doit:	63
6.3. mise en œuvre d'une Interface Homme Machine (HMI).....	63
6.4. Les vues	64
6.4.1. Constitution des vues.....	64
6.4.2. Appel des vues.....	65
6.4.3. Vues créés.....	65
7. Conclusion.....	73
Conclusion générale.....	80

Bibliographie

Liste des abréviations

API : Automate programmable industriel

HP : Haute pression

MP : Moyenne pression

BP : basse pression

URGA : Unité de récupération des gaz associés

GOR : Gas Oil Report

ADEPA : Agence pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie

TIA: Totally Integrated Automation

HMI: Interface Homme Machine

OB : Bloc d'organisation

FC : Fonction

FB : Blocs fonctionnels

DB : Blocs de données globaux

Sommaire des figures

Figure I. 1: Caractéristique et situation géographique du gisement de Hassi-Messaoud.....	8
Figure I. 2: Les différents gisements de pétrole et de gaz du Sahara algérien.	8
Figure I. 3: Principe de fonctionnement du processus de production du gaz GPL.	16
Figure II. 1 : Boucle de régulation	18
Figure II. 2: Vanne à actionneur 657 et 667	19
Figure II. 3: Vanne tout ou rien type 3351-1	19
Figure II. 4: Le convertisseur électropneumatique i2P-100 de Fisher.....	20
Figure II. 5: Structure d'un transmetteur intelligent	22
Figure II. 6: Transmetteur de pression modèle 2088	27
Figure II. 7: Transmetteur de température modèle 3144	27
Figure II. 8: Transmetteur de débit modèle 3051.....	28
Figure II. 9: Transmetteur de niveau modèle 3051	28
Figure III. 1: Structure d'un système automatisé.....	32
Figure III. 2: Grafcet de démarrage	34
Figure III. 3: Grafcet d'arrêt sans vidange	36
Figure III. 4: Grafcet d'arrêt avec vidange.....	37
Figure III. 5: les boucles de régulation du séparateur HP.....	41
Figure III. 6: les boucles de régulation du séparateur HP.....	42
Figure IV. 1: l'architecture proposée.....	45
Figure IV. 2: Les différents composants du S7-	46
Figure IV. 3: TIA PORTAL V12	46
Figure IV. 4: vue du portail TIA Portal v12.....	47
Figure IV. 5: vue du projet TIA Portal v12.....	48
Figure IV. 6: CPU 414-3 PN/DP.....	49
Figure IV. 7: vue des appareils	50
Figure IV. 8: vue des appareils esclave 2 et esclave 3	51
Figure IV. 9: vue des appareils esclave 1	52
Figure IV. 10: programmation linéaire	53
Figure IV. 11: programmation structurée 5.5.1.3 Présentation des types de blocs.....	54
Figure IV. 12 : Blocs de données globaux	57

Figure IV. 13: appels de bloc	57
Figure IV. 14: Hiérarchie d'appel	58
Figure IV. 15: les blocs créés	59
Figure IV. 16: exécution d'une alarme cyclique	60
Figure IV. 17: interface homme-machine	62
Figure IV. 18: Vue des appareils de la station PC (supervision)	64
Figure IV. 19: la liaison IHM.....	64
Figure IV. 20: modèle des vues.....	66
Figure IV. 21: vue globale.....	67
Figure IV. 22: vue batterie 2	68
Figure IV. 23: Menu commande de la batterie 2.....	68
Figure IV. 24: vue HP2	70
Figure IV. 25: Forcer une vanne	70
Figure IV. 26: changer les paramètres du régulateur	71
Figure IV. 27: vue MP2	71

Sommaire des tableaux

Tableau I. 1: Capacité de production de l'unité GPL2.	15
Tableau I. 2: Spécification des produits.....	15
Tableau IV. 1: types de bloc disponibles.....	55

Introduction générale

Introduction générale

L'automatisation a pris une grande place dans le milieu industriel. Elle est devenue la nouvelle stratégie de production choisie par les plus grandes entreprises actuelles, en particulier le secteur de la production pétrolière qui joue un rôle très important dans notre pays.

Ces dernières années, SONATRACH a pris conscience de l'importance de l'automatisation de ses processus de production, par conséquent l'installation des nouveaux systèmes numériques de contrôle très performants, la rénovation des équipements, la modernisation de l'instrumentation et des machines afin d'améliorer la fiabilité, d'assurer la sécurité industrielle, de réduire le taux de pollution ainsi que de permettre d'optimiser la production. Les insuffisances en matière de sécurité rendement et fiabilité en plus des problèmes de maintenance rencontrés à l'unité **GPL-2 Hassi-Messaoud** ont poussé SONATRACH à s'intéresser à la rénovation et la modernisation de cette unité, dont l'étendue des opérations sera :

- Le remplacement du système de contrôle pneumatique local -en service actuellement par un système de contrôle numérique fiable, performant avec une solution de supervision.
- La modification de l'instrumentation actuelle pour répondre au besoin de la commande numérique.

Pour se faire nous avons proposé une solution qui consiste à la conception d'une automatisation à base d'un automate programmable Siemens S7-400. Pour mener à bien notre étude nous avons réparti notre travail en quatre chapitres. Nous commençons par un premier chapitre où nous donnons une présentation sommaire du centre de production de **Hassi-Messaoud**, et de ses unités. Dans le deuxième chapitre, nous établissons le cahier des charges pour les instruments à changer ainsi que ceux qu'on doit ajouter et nous proposons quelques instruments. Au troisième chapitre, nous présentons l'automatisation proposée en donnant le cahier des charges de fonctionnement selon les instruments proposés. Dans le quatrième chapitre, nous présentons la configuration de la solution proposée. Nous parlons de l'automate utilisé, de sa programmation et de la solution de supervision. Enfin, nous terminons le manuscrit par une conclusion générale.

Chapitre 1 : Présentation du champ d'exploitation de Hassi Messaoud et de l'unité GPL-2

1. Introduction

L'Algérie est l'un des plus grands pays producteurs des hydrocarbures. Avec ses grandes réserves souterraines, elle a pu pendant plus d'une quarantaine d'années construire une économie basée typiquement sur un patrimoine énergétique, qui constitue à lui seul plus de 97% de l'ensemble des recettes d'exportation du pays.

2. Présentation du champ de Hassi-Messaoud

2.1. Situation géographique et géologique du gisement

Le champ de Hassi-Messaoud se situe à 850 Km au sud-est d'Alger et à 300Km des

frontières Tunisiennes, il occupe la partie centrale de la province triasique. De part sa superficie et ses réserves, s'étendant sur près de 4200 Km² de superficie, il est de ce fait le plus grand gisement de pétrole d'Algérie et de tout le continent africain.

Il est limité :

- Au Nord-ouest par le gisement d'Ouargla (Gellala, Ben Kahla et Houd Berkaoui) ;
- Au Sud-ouest par le gisement d'El-Gassi, Zotti et Agreb ; Ø Au Sud-est par le gisement Rhoude El Baguel et Mesdar.

Géologiquement, il est limité :

- A l'Ouest, par la dépression d'Oued Mya ;
- Au Sud par le haut-fond d'Amguid-El Biod ;
- Au Nord par la structure Djamaa-Touggourt ;
- A l'Est par les dépressions de Dahar, Rhoude El Baguel et de Ghadames. [1]

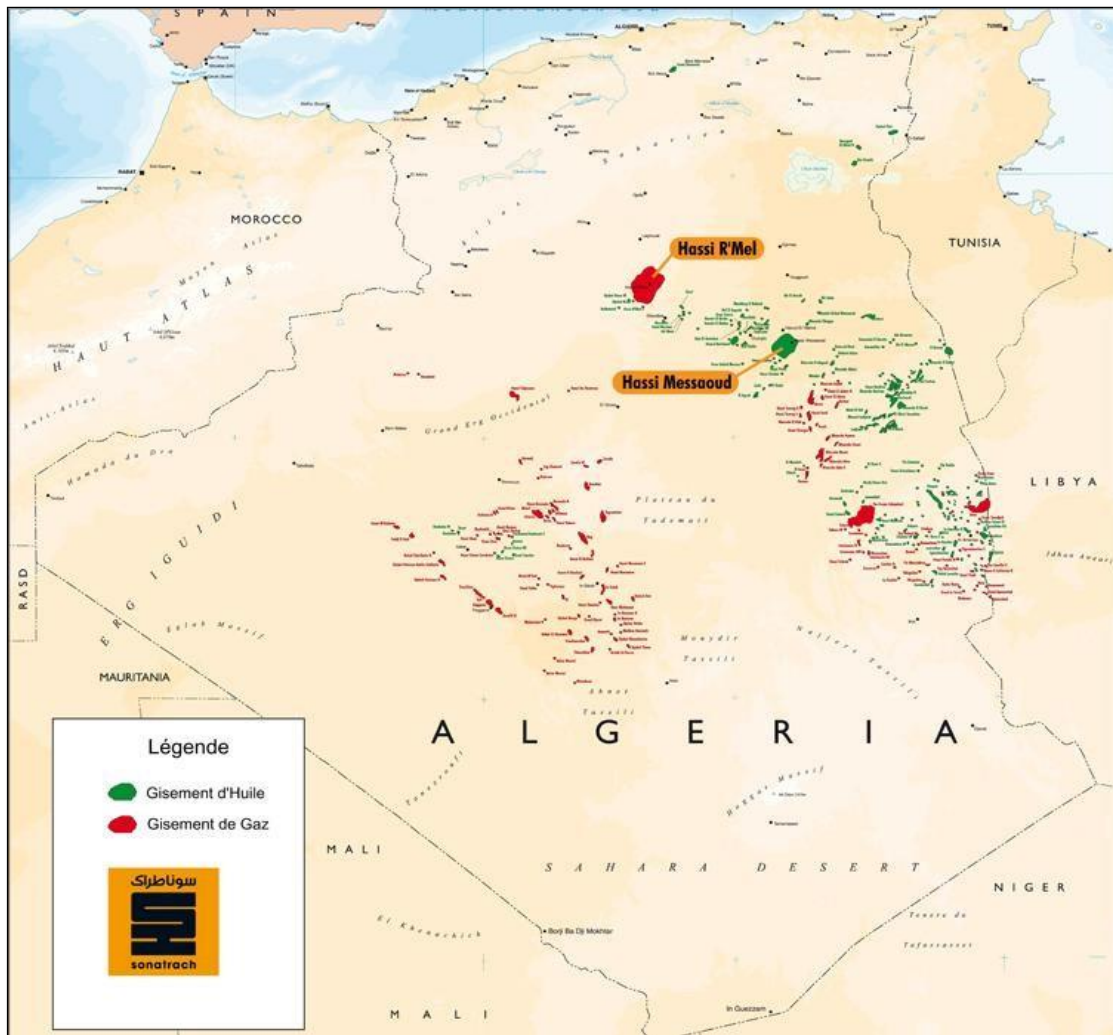


Figure I. 1: Caractéristique et situation géographique du gisement de Hassi-Messaoud.

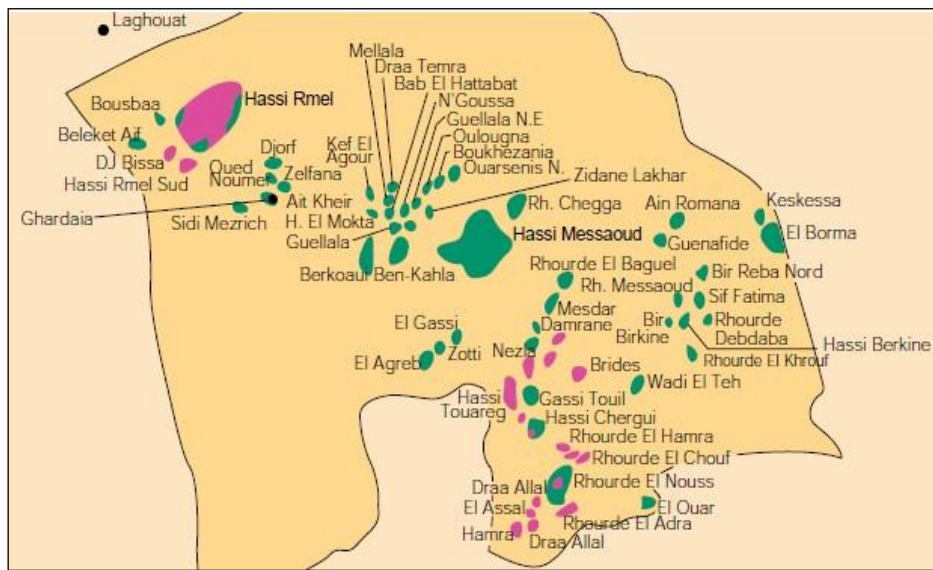


Figure I. 2: Les différents gisements de pétrole et de gaz du Sahara algérien. [9]

2.2. Historique du gisement

La région de Hassi-Messaoud est sortie de l'anonymat en 1956, en effet, cette année-là, la société française *SN REPAL* découvre du pétrole dans son sous-sol, du grès imprégné. Cette découverte est le fruit du forage du premier puits, qui portera le nom de MD1. L'exploitation du gisement n'est effective qu'à partir du 7 janvier 1958, l'année durant laquelle neuf puits étaient en état de productivité, quatre sur le permis de la *CFPA* (devenue par la suite *TOTAL* et basée à Ouargla) : OM1, OM6, OM7, OM8, et cinq sur celui de *REPAL* (devenue Elf) : MD1, le puits de la découverte, MD2, MD3, MD4, MD5. Et depuis, le nombre de puits n'a cessé d'augmenter, entraînant dans sa dynamique la production du brut, passant de 550 Kbbbls/j dans les années 1970, à quelques 700 Kbbbls/j au début de cette décennie.

Les réserves estimées du gisement sont de l'ordre de 9 Gbbls d'un pétrole de bonne qualité, cependant, entre 4 et 5 Gbbls ont déjà été extraits. [8]

3. Présentation de la société d'hydrocarbure *SONATRACH* :

SONATRACH est une entreprise nationale algérienne d'envergure internationale, créée le 31 décembre 1963, c'est la clé de voûte de l'économie algérienne, elle intervient dans l'exploitation, la production, le transport par canalisation, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle se développe également dans les activités de pétrochimie, de génération électrique, d'énergies nouvelles et renouvelables, de dessalement d'eau de mer et d'exploitation minière.

SONATRACH est une multinationale, elle opère en Algérie et dans plusieurs régions du monde, notamment en Afrique (Mali, Tunisie, Niger, Libye, Egypte, Mauritanie), en Europe (Espagne, Italie, Grande-Bretagne, France, Portugal), en Amérique latine (Pérou) et au EtatsUnis.

Elle emploie 41204 salariés (120000 avec ses filiales), génère 30% du PNB de l'Algérie. En 2005, sa production a atteint près de 232.3 millions de TEP, dont 11,7% destiné au marché interne du pays, elle est par ailleurs le 12^e groupe pétrolier au niveau mondial, le premier en Afrique et dans le bassin méditerranéen, le 4^e exportateur de GNL, le 3^e exportateur de GPL et le 5^e exportateur de gaz naturel. [9]

4. Organisation de la direction régionale de Hassi-Messaoud :

La direction régionale de Hassi-Messaoud dispose de deux complexes industriels, le complexe industriel sud (*CIS*) et le complexe industriel Naili Abdelhalim (*CINA*) :

a) Complexe industriel sud (CIS) :

Situé au sud du champ d'exploitation, il est composé de :

- 05 unités de séparation et de traitement d'huile ;
- 03 unités d'extraction de GPL et de condensat; Ø 11 stations de réinjection de gaz.

b) Complexe industriel Naili Abdelhalim (CINA) :

Situé au nord du champ d'exploitation, il est composé de :

- 03 unités de séparation et de traitement de brut ;
- 21 lignes de boosting (moto-turbo compresseur) ;
- 01 unité GPL ;
- 02 stations de réinjection de gaz ;
- 02 stations de réinjection d'eau (09 lignes) ; Ø 02 unités d'azote.

Chacun des deux complexes cités ci-dessus est relié à des unités de séparation et de compression sur champ appelées « Unités Satellites ». [2]

4.1. Organisation de la direction maintenance :

Cette direction est la direction d'affectation pour notre stage, elle est chargée de la maintenance de tous les équipements des unités des deux structures d'exploitation principales : *CIS* et *CINA* et aussi des champs satellite de la région de Hassi-Messaoud, elle est composée de deux structures principales :

- a) Département de support.
- b) Département d'intervention.

4.1.1. Département de support**a) Département de maintenance centrale :**

Composé de quatre services :

➤ Service chaudronnerie :

Ce service effectue des opérations de soudure sur têtes de puits, pipes, bacs, etc., destinées pour la réalisation des opérations spéciales.

➤ Service mécanique :

Ce service se charge de fabriquer certaines pièces de rechange de premiers secours (opération de perçage, de fraisage, etc.), il comporte une section thermique.

➤ Service électromécanique :

Il s'occupe de la réparation des moteurs et des équipements de distribution électrique.

➤ Service régulation :

C'est un service d'étude pour améliorer les techniques de régulation, il s'occupe également de la révision des stations et du revamping.

b) Département méthode :

Il est chargé de la logistique de la direction maintenance, il regroupe les services suivants :

Ø Service méthodes central :

Son rôle consiste dans :

- L'élaboration de l'approvisionnement des pièces de rechange ;
- Stocker les pièces après leur acheminement ;
- Effectuer des rapports d'activités mensuels ou annuels de la direction ;
- Participer à la réception du matériel et le contrôle de la conformité de la commande.

Ø Service d'étude et de préconisation des pièces de rechange :

Son rôle est :

- L'étude des projets et des requêtes d'achats du matériel ;
- L'étude et prise en charge des contrats avec les fournisseurs ;
- La réparation de tous les équipements qui sont sujet à des usures ou dégradations après révision.

Ø Service engineering :

Il :

- Prend en charge les projets de rénovation ;
- Etudie les cahiers des charges.

4.1.2. Département d'intervention

c) Département CIS :

Le département CIS regroupe les services suivants :

- Service GPL-1 ;
- Service raffinerie ;
- Service satellite ; Ø Service traitement sud ; Ø Service GPL-2.

Il s'occupe de l'entretien et de la maintenance des installations des différents services.

d) Département CINA :

Le département du centre industriel nord regroupe les services suivants :

- Service traitement nord ;
- Service GPL nord ;
- Service satellite nord ;
- Service compression nord ;

e) Service télémétrie :

Ce service surveille et contrôle à distance les champs producteurs, les puits producteurs d'huile et gaz, ainsi que les puits injecteurs d'eau et de gaz.

f) Département compression :

Son rôle est d'assurer la maintenance des équipements de compression, il est composé de cinq services :

- **Service turbomachine** : qui s'occupe de la révision de toutes les machines tournantes dans les unités des installations industrielles.
- **Service compression sud** :

Ce service comporte trois sections :

- Section régulation.
- Section électricité.
- Section mécanique. [2]

Ø **Service électronique** : c'est le service où on a effectué notre stage de fin d'études, il est notamment chargé de l'entretien des installations des stations de compression de gaz au CIS et au CINA (maintenance préventive et curative), ce service contient en son sein trois sections :

- Section SPEED-TRONIC :

Les ingénieurs et techniciens affectés à cette section assurent les interventions sur les systèmes de contrôle des stations de compression existants dans l'unité, à savoir : le MARK II (logique câblée), le MARK IV et le MARK V (contrôle numérique à base de microprocesseur).

- Section électronique générale (GPL/Injection d'eau):

Elle s'occupe de la maintenance des équipements électroniques et électriques des équipements se trouvant sur l'unité ou bien ceux des services satellites.

- Section anti-incendie :

Elle opère dans toute la région de Hassi-Messaoud (CIS, CINA, et champs d'exploitation), et prend en charge la maintenance des systèmes anti-incendie et anti-intrusion.

5. Présentation de l'unité de liquéfaction de gaz GPL-2

5.1. Historique

L'unité *GPL-2* a été mise en service en juillet 1997 suite à un contrat de partenariat entre la société nationale *SONATRACH* et la firme japonaise *JGC* (Japon Gasoline Corporation).

La partie engineering du projet a été confiée à *JGC*, les travaux de construction ont été entrepris par des sociétés et entreprises de construction algériennes réparties comme suit :

- a) L'entreprise nationale de Grands Travaux Pétroliers (*GTP*), à hauteur de 80% ;
- b) L'entreprise nationale du Génie Civil et Béton (*GCB*), à hauteur de 16% ;
- c) L'Entreprise Nationale de Construction et des Charpentes (*ENCC*), à hauteur de 3% ;
- d) L'entreprise de SIDérurgie et de l'Engineering Métallique (*SIDEM*) et l'Entreprise de Chaudronnerie Métallique (*ECM*), à hauteur de 1%.

Le nombre total d'heures de travail effectué est de l'ordre de 3.25×10^6 heures.

Le

démarrage effectif de la production s'est effectué le 05 Janvier 1997. [2]

5.2. Description de l'unité GPL-2

L'unité GPL-2 est destinée à récupérer les composants : butane et propane contenus dans la charge de gaz d'alimentation, pour être expédié vers Arzew via la station de pompage de

Haoud El Hamra. Une partie du GPL (mélange de C_3H_8 : butane et C_4H_{10} : propane) produit est fractionné dans le dépropaniseur afin d'en extraire le gaz propane et le gaz butane, qui sont envoyés au centre enfûteur de Naftal de Hassi-Messaoud, pour assurer la consommation locale. Les condensât stabilisés sont réinjectés dans le brut, tandis que les gaz résiduels constitués principalement de méthane (CH_4) et de l'éthane (C_2H_2) sont repris par les stations de compression pour être réinjecter dans le gisement afin de maintenir sa pression. Une partie de ces gaz est utilisée comme combustible pour les turbines à gaz des boosters et les fours.

L'unité GPL-2 est composée des sections suivantes :

- a) Un manifold de distribution d'une capacité de $40 MNm^3/J$ (Million Normo Mètre Cube par Jour), permet d'alimenter les deux unités de liquéfaction de gaz GPL du CIS.
- b) Une section de boosting : composée de quatre turbocompresseurs d'une puissance unitaire de 30000 CV (Chevaux).
- c) Trois trains identiques constitués chacun de :
 - Trois déshydrateurs (tamis moléculaire) ;
 - Un Turbo-Expander (refroidissement et détente) ;
 - Deux colonnes de fractionnement (déethaniseur et débutaniseur) ;
 - Une boucle d'huile chaude.
- d) Un dépropaniseur : pour la production du propane et butane commerciaux.
- e) Quatre sphères de stockage de GPL de $500 m^3$ chacune, et d'une pomperie d'expédition.
- f) Réseau de torches.
- g) Salle de contrôle.
- h) Laboratoire d'analyse.
- i) Utilités :
 - Un réseau d'air service et d'air instrument ;

- Unité de production d'azote gazeux ;
- Un système d'injection de méthanol ;
- Alimentation de fuel gaz. [2]

5.2.1. Capacité de traitement et de production de l'unité GPL-2

Tableau I. 1: Capacité de production de l'unité GPL2. [2]

	Gaz riche	Gaz pauvre
Gaz d'alimentation (MNm³/J)	24	24
GPL produit (tonnes/jour)	4890	3050
Condensât (tonnes/jour)	1050	600
Propane (tonnes/jour)	240	240
Butane (tonnes/jour)	160	160

5.2.2. Spécifications des produits

Les spécifications des produits issues de cette unité sont représentées dans le tableau N°2 ci-dessous :

Tableau I. 2: Spécification des produits. [2]

Produits	Spécifications	Teneurs
GPL	C2-	< 3% en mol
	C5+	< 0.4% en mol
	Eau	< 50 ppm
Gaz traité	Pression	≥ 28 bars
	Température	≤ 55°C
	Teneur en eau	≤ 3 ppm

Propane	C4+	< 2.5% en vol
	TVR	< 14.34 bars
Butane	C5+	< 2% en vol
	TVR	< 4.83 bars

5.2.3. Principe de fonctionnement et description de l'unité GPL-2

Le principe de fonctionnement ainsi que la description de l'unité GPL-2 est schématisé par la figure ci-dessous.

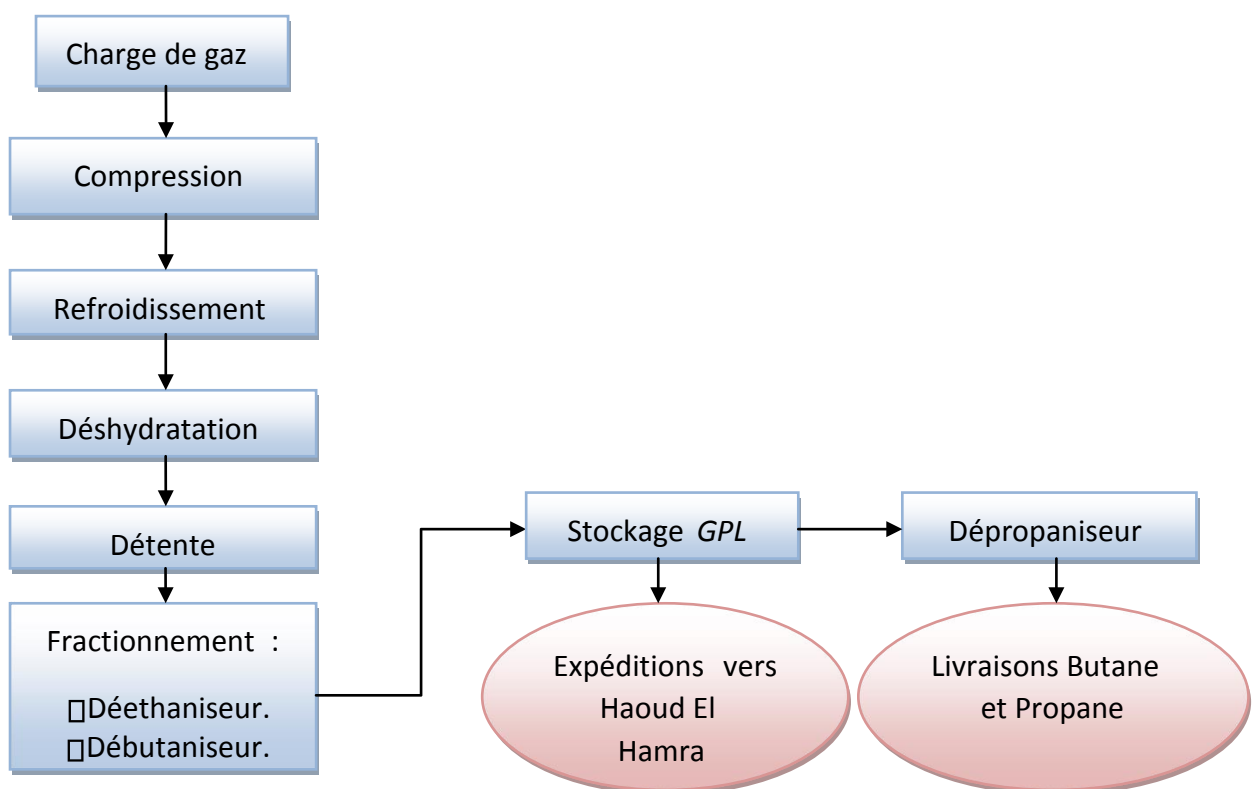


Figure I. 3: Principe de fonctionnement du processus de production du gaz GPL.

Les différentes sections que constitue l'unité de GPL-2 sont détaillées en Annexe A. [2]

6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons en premier lieu donné une description générale de la société d'hydrocarbure *SONATRACH* et du champ d'exploitation de pétrole de Hassi-Messaoud, ensuite nous nous sommes intéressés à la description de l'unité *GPL-2*, en se basant tout particulièrement sur la mise en exergue de la fonction de chacun des éléments qui la compose. Etant l'élément incontournable dans la production du gaz *GPL* au niveau de l'unité *GPL-2*.

Chapitre 2 : Choix des instruments

1. Introduction

Le but de notre travail est de remplacer le système de contrôle pneumatique (local), actuellement en service par un système de contrôle numérique fiable et performant. Pour cela, notre choix s'est porté sur l'utilisation d'un automate programmable (API). Mais l'instrumentation actuelle de l'unité ne le permet pas (comme démontré dans le chapitre II). La mise en place de nouveaux instruments est obligatoire.

Dans une boucle de régulation automatique on retrouve les trois phases de fonctionnement d'une boucle de régulation manuelle : Observation ou Mesure, Réflexion ou Comparaison et Action, mais effectuées par des appareils ou dispositifs appelés : Capteur, Régulateur et Actionneur. [3]

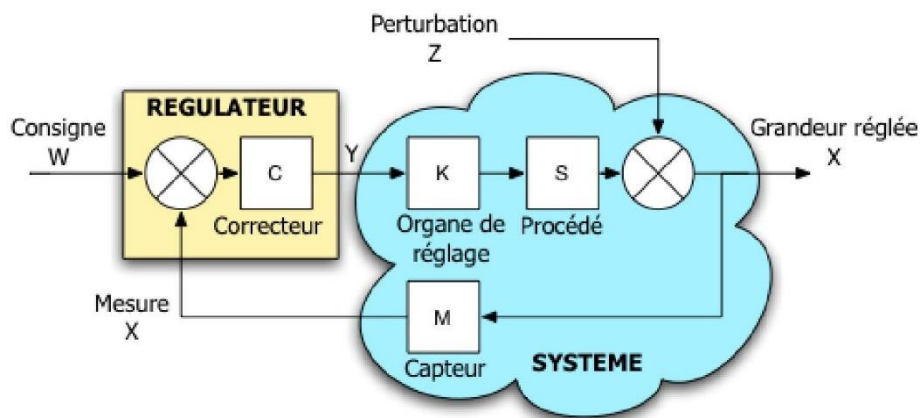


Figure II. 1 : Boucle de régulation [3]

Dans le nouveau système de contrôle que nous proposons l'automate programmable joue le rôle du régulateur ou le cerveau de la commande, reste à déterminer le capteur transmetteur et l'actionneur.

2. Choix des actionneurs

Dans l'unité de séparation, tous les actionneurs sont des vannes. On aura besoin de deux types de vanne : les vannes régulatrices et les vannes tout ou rien.

2.1. Les vannes régulatrices

Comme présenté précédemment ce sont principalement des vannes Fisher A466-1, A 464-A et A1157-1 avec des actionneurs Fisher type 657 et 667. Ils ont d'excellentes caractéristiques donc on peut les maintenir.



Figure II. 2: Vanne à actionneur 657 et 667

Mais pour pouvoir les utiliser avec un automate programmable, on doit utiliser des convertisseurs I/P. Ces convertisseurs reçoivent à leurs entrées un signal électrique et délivrent à leurs sorties un signal pneumatique de 6 à 30 psi.

2.2. Les Vannes tout ou rien

En plus des vannes de régulation on aura besoin de vanne tout ou rien. Ils sont en général utilisés pour des raisons de sécurité, par exemple il est préférable de placer avant chaque vanne régulatrice des vannes tout ou rien. [4]

On propose d'utiliser des vannes pneumatiques tout ou rien Samson type 3351-1.



Figure II. 3: Vanne tout ou rien type 3351-1

Elle se compose d'une vanne tout ou rien et d'un servomoteur pneumatique. Elle peut également être équipée d'un soufflet ou d'une pièce d'isolement.

2.3. Convertisseur électropneumatique

Les convertisseurs I/P sont utilisés pour convertir en standard électronique les signaux pneumatiques dans le but de les transmettre sur une grande distance ou de les utiliser en régulation électronique. Les convertisseurs I/P sont utilisés dans toutes les boucles électroniques dont l'actionneur est pneumatique ou par exemple pour la traversée de zones explosives. Ils transforment les signaux électriques normalisés en signaux pneumatiques normalisés. [4]

On propose d'utiliser le convertisseur électropneumatique i2P-100 de Fisher.



Figure II. 4: Le convertisseur électropneumatique i2P-100 de Fisher

2.4. Position de la vanne en cas de manque d'air

En cas de coupure d'énergie motrice de l'actionneur (manque de pression d'air) ou de sa commande, la vanne doit atteindre une position de repli.

Quelle doit-être la position de la vanne lors de la coupure d'énergie ?

- COMPLÈTEMENT OUVERTE (ouverte par manque d'air - OMA) -
COMPLÈTEMENT FERMÉE (fermée par manque d'Air - FMA)

Le choix imposé de la position d'une vanne en cas de panne d'air moteur (ouverte ou fermée) est basé sur la réponse du procédé et doit être effectué afin d'assurer la sécurité du personnel et des installations.

Ce choix doit être déterminé en collaboration avec le spécialiste du procédé et fait partie intégrante de la spécification de la vanne régulatrice.

3. Choix des instruments de mesure

Le choix de l'instrument de mesure dépend de la précision attendue sur la valeur de la grandeur. Citons trois qualités importantes (ce ne sont pas les seules...) :

- Fidélité (d'un instrument de mesure) : aptitude d'un instrument de mesure à donner des indications très voisines lors de l'application répétée du même mesurande dans les mêmes conditions de mesure. Qualité liée à l'écart type d'une série de mesures.

- Justesse (d'un instrument de mesure) : aptitude d'un instrument de mesure à donner des indications exemptes d'erreur systématique. Qualité liée à la valeur moyenne d'une série de mesures.

- Précision (d'un instrument de mesure) : aptitude d'un instrument de mesure à donner une indication très proche de la valeur vraie de la grandeur qualité liée à l'écart relatif.

3.1. Le rôle du transmetteur

C'est un dispositif qui convertit le signal de sortie du capteur en un signal de mesure standard utilisable par l'API. Il fait le lien entre le capteur et le système de contrôle commande le couple.

Capteur + transmetteur réalisent la relation linéaire entre la grandeur mesurée et son signal de sortie.

Selon le type de capteur, le signal électrique de mesure peut être de différentes natures, soit analogique, numérique ou logique.

- Signal de mesure analogique : Il est lié au mesurande par une loi continue, parfois linéaire, qui caractérise l'évolution des phénomènes physiques mesurés. Il peut être de toute nature : Courant 0 – 20 mA, 4 – 20 mA ; Tension 0 – 10 V, 0 – 5 V.
- Signal de mesure numérique : Il se présente sous la forme d'impulsions électriques générées simultanément (mode parallèle, sur plusieurs fils) ou successivement (mode série, sur un seul fil). Cette transmission est compatible avec les systèmes informatiques de traitement.
- Signal de mesure logique : Il ne compte que deux valeurs possibles, c'est un signal tout ou rien.

3.2. Les transmetteurs intelligents

Le transmetteur intelligent est un transmetteur muni d'un module de communication et d'un microcontrôleur.

Le module de communication permet :

- De régler le transmetteur à distance.
- De brancher plusieurs transmetteurs sur la même ligne.

Le microcontrôleur permet :

- De convertir la mesure en une autre grandeur, appelée grandeur secondaire. Par exemple, il peut convertir une mesure de différence de pression en niveau.
- De corriger l'influence des grandeurs d'influence sur la mesure.

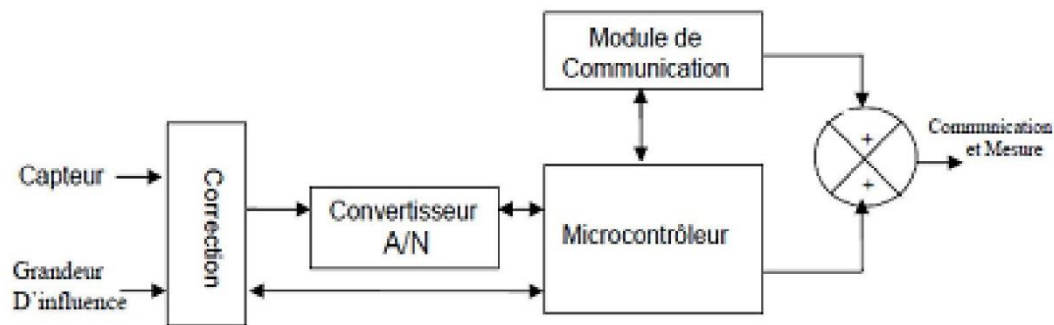


Figure II. 5: Structure d'un transmetteur intelligent [4]

Les transmetteurs intelligents présentent des avantages métrologiques qui sont :

- Précision : En effet, le transmetteur possède moins de composants analogiques.
- Les grandeurs d'influences sont compensées ; la non-linéarité du transducteur peut être corrigée.
- Auto surveillance – Position de repli.
- Traitement du signal – Filtrage.

Et aussi ils présentent des avantages à la configuration et maintenance très intéressante :

- Convivialité - Accès à distance.
- Standardisation.

- Diagnostic – Forçage du signal de sortie.
- Archivage des configurations.

3.3. Critère du choix d'un transmetteur

a) Étendue de mesure

- b) Il faut tenir compte à la fois de la plage de mesure et de la valeur maximale de la grandeur mesurée. Le transmetteur doit être capable d'offrir une mesure correcte dans la totalité de l'étendue de mesure, ainsi que d'offrir une résistance à la valeur maximale de la grandeur mesurée.

c) Températures

Il faut tenir compte à la fois de la température maximale du procédé et de la température ambiante. Souvent, la température du procédé va dépasser les limites de l'élément détecteur. En effet, l'élément détecteur de la plupart des transmetteurs électroniques ne va pas fonctionner convenablement lorsque les températures dépassent les 107 °C (225 °F). Ceci impose d'utiliser les accessoires de montage appropriés (longueurs suffisantes des prises d'impulsion, serpentins,...) afin de ramener la température du fluide procédé à des limites acceptables par la cellule du transmetteur. L'exposition des électroniques à semi-conducteurs à des températures ambiantes élevées a pour effet de nuire à la longévité des composants. La plupart des électroniques ne peuvent pas aller au-delà d'une température de service de 93 °C (200 °F) et il existe un grand nombre de composants dont la température maximale de fonctionnement correct est de 85 °C (185 °F).

Les hautes températures tendent à provoquer des défaillances électroniques. Là encore, il est recommandé de veiller au meilleur refroidissement possible du module électronique. On peut également envisager un système de protection hivernale de l'électronique, que ce soit par un réchauffage vapeur, électrique ou par des boîtiers thermostatés.

d) Environnement

Le transmetteur doit être en mesure de fonctionner dans des environnements où règne un taux d'humidité relative de 0 à 100 %. Le fluide du procédé et le milieu ambiant doivent être pris en compte au titre de leur éventuel caractère corrosif. Par exemple, les transmetteurs utilisés sur les plates-formes d'exploitation pétrolière offshore sont soumis à l'action corrosive de l'eau de mer. Autre exemple : un transmetteur monté sur un circuit de vapeur ou d'eau de refroidissement au voisinage d'acides ou de bases qui tendent à s'évaporer dans l'atmosphère.

d) Zones dangereuses

La réglementation internationale CEI distingue les catégories suivantes de zone dangereuses :

- **La zone 0** : Zone dans laquelle un mélange explosif de gaz, de vapeur ou de poussière est présent en permanence.

- **La zone 1** : Zone dans laquelle un mélange explosif de gaz, de vapeur ou de poussière est susceptible de se former en service normal de l'installation.

- **La zone 2** : Zone dans laquelle un mélange explosif de gaz, de vapeur ou de poussière ne peut apparaître qu'en cas de fonctionnement anormal de l'installation (fuites ou négligences d'utilisation).

e) **Boîtier antidéflagrant**

L'expression boîtier antidéflagrant désigne un boîtier pour appareillage électrique qui est capable de résister sans dommage à une explosion d'un gaz ou d'une vapeur susceptible de se produire à l'intérieur du boîtier.

Suite à l'explosion du gaz ou de la vapeur à l'intérieur du boîtier, celui-ci ne doit pas générer à l'extérieur du boîtier des étincelles ou des flammes susceptibles d'enflammer le gaz ou la vapeur présente autour du boîtier. Pour rendre un système antidéflagrant, le boîtier doit être capable de résister à une explosion et le système doit être installé conformément au code national de l'électricité pour les zones dangereuses.

f) **Équipements en sécurité intrinsèque**

Les équipements et câblages en sécurité intrinsèque sont incapables de libérer une énergie électrique suffisante, dans des conditions normales ou anormales, pour susciter l'inflammation d'un mélange atmosphérique dangereux spécifique. Par conditions anormales, on entend notamment les dommages accidentels à toute partie de l'équipement ou du câblage, de l'isolant, ou toute panne de composants électriques, application d'une surtension, opérations de réglage et d'entretien et autres conditions similaires.

3.4. **Cahiers de charge des transmetteurs**

À l'issue de la description des différents instruments, on peut donner les cahiers de charge concordant avec les instruments à installer. Chaque transmetteur doit vérifier les conditions suivantes :

- Précision : ± 0.1 % de la pleine échelle.

- Insensible aux vibrations.

- Température ambiante : -10–60 C °.
- Indicateur : affichage LCD.
- Montage direct sur le procédé.
- Signal de sortie : 4–20 mA + protocole HART.
- Matériaux des pièces en contact avec le fluide : Inox.
- Antidéflagrant.

a) Transmetteurs de pression

- o Étendue de mesure :
 - 0–600 psi pour le séparateur HP.
 - 0–100 psi pour le séparateur MP.
- o La température maximale du procédé, l'exposition des électroniques à semiconducteurs à des températures ambiantes élevées à pour effet de nuire à la longévité des composants (valeur limite aux environs de 85 °C).
- o La plage de pression de service et de la pression maximale. Les transmetteurs doivent pouvoir résister à une surpression égale à au moins 150 % de leur pression maximale.

Ce paramètre élimine un éventuel arrêt du procédé pour rééquilibrage ou réparation.

b) Transmetteurs de niveau

Notre choix se base sur un transmetteur de niveau à plongeur. Les caractéristiques techniques de ce plongeur sont :

- o La hauteur maximale d'émergence du plongeur est : 14'' (35.56 cm) ;
- o Diamètre du plongeur : 2'' (5.08 cm) ;
- o Densité du fluide : 0.7702 pour le séparateur HP et 0.7867 pour le séparateur MP.

c) Transmetteurs de température

Le transmetteur de température est le même soit pour le séparateur HP ou MP. Son cahier de charge est donné par :

- o Étendu de mesure : -10–60 C °.
- o Entrée : sonde à base de Pt100.

- #### d) Transmetteurs de débit
- o Le diamètre de la conduite précédent le diaphragme déprimogène est : D=7''. 981 pour le séparateur HP D=6''. 025 pour le séparateur MP (le diamètre du diaphragme calculé à partir de cette équation : $S = ((Q' \cdot d) / (2 \cdot D \cdot p))$)

- o Pour transmettre cette pression, un transmetteur de pression différentielle est mis en évidence. L'étendue de mesure est : 0–200 psi.

e) Transmetteur de sécurité

Pour la sécurité des séparateurs, on utilise deux transmetteurs de niveaux et deux transmetteurs de pression soit pour le séparateur HP ou pour le séparateur MP. Le cahier de charge de ces transmetteurs est donné comme suit :

1. Transmetteurs de pression

- o **Pression maximale :**
 - 470 psis pour HP.
 - 65 psis pour MP.
- o **Pression minimale :**
 - 300 psis pour HP.
 - 20 psis pour MP.

2. Transmetteurs de niveau (pour les deux séparateurs)

- o Température : -10–60 C °.
- o Entrée reliée à plongeur.

3.5. Les transmetteurs proposés pour l'unité de séparation

a) Transmetteur de pression

On propose d'utiliser le transmetteur de pression relative et absolue Rosemount modèle 2088 :

- o Incertitude nominale de 0,075 % avec option haute précision.
- o Conception légère et compacte pour une installation économique.
- o Sorties 4-20 mA HART® et 1-5 Vcc HART® (faible consommation).
- o Gammes de pression relative et absolue pouvant atteindre 276 bars (4000 psi).
- o Rangeabilité : 1 /20.



Figure II. 6: Transmetteur de pression modèle 2088

b) Transmetteur de température

On propose d'utiliser le transmetteur de température Rosemount 3144

- Entrées : sondes à résistance (2, fils : Pt 100)
- Incertitude nominale : 0,1 °C ou 0,1 %
- Plage de mesure : -200 à 850 °C
- Entrée en mV : -10 à 100 mV



Figure II. 7: Transmetteur de température modèle 3144

c) Transmetteur de débit

On propose d'utiliser le transmetteur de pression différentielle Rosemount modèle 3051C gamme 4 :

- Plage de fonctionnement : 3 psi (0,20 bars) à 300 psi (20,6 bars) gamme 4 ;
- Limites de Température : -40 à 85 °C.



Figure II. 8: Transmetteur de débit modèle 3051

d) Transmetteur de niveau

On propose d'utiliser un capteur de niveau par plongeur modèle 249 de Fisher avec un transmetteur numérique de niveau DL3, qui possède les caractéristiques suivants :

- Alimentation : 11 à 45 volts ;
- Longueur du plongeur : 14.00 (356 mm) ;
- Humidité relative : 10 à 95 % . ;
- Matériaux du plongeur et du tube de torsion ;
- Acier inoxydable 304 ;
- Limites de température ambiante : -40 à 80°C.



Figure II. 9: Transmetteur de niveau modèle 3051

4. Conclusion

L'étude de la rénovation de l'unité de traitement du pétrole brut a abouti à la proposition de la mise en place de nouveaux instruments répondant au cahier de charge établi, lesquels sont non seulement disponibles sur le marché, mais sont aussi fiables et assurent plus de sécurité que les instruments qui deviennent de plus en plus obsolètes utilisés jusqu'ici. Rappelons que le nouveau cahier de charge préconise l'utilisation des instruments à commande électrique compatible avec les exigences d'un API. Grâce aux nouveaux instruments, une meilleure régulation des vannes a été assurée, plus de sécurité et de rendement, une meilleure fiabilité des instruments, plus de productivité et une meilleure séparation du brut, une séparation bien menée et augmentations du volume de liquide récupéré, en plus l'élimination de l'eau avec la bonne régulation de ces instruments économise les frais de transport, et d'entretien inutile.

Chapitre 3: Automatisation proposée

1. Introduction

La création d'un système automatisé nécessite un dialogue entre l'opérateur qui définit le cahier des charges mentionnant les besoins techniques et les conditions de fonctionnement de la machine et d'autre part le constructeur qui propose des solutions. Ce dialogue n'est pas toujours facile ; le client ne possède peut-être pas la technique lui permettant de définir correctement son problème. D'autre part, le langage courant ne permet pas de lever toutes les ambiguïtés dues au fonctionnement de la machine (surtout si des actions doivent se dérouler simultanément). C'est pourquoi l'ADEPA (Agence pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie) a créé le GRAFCET.

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande des étapes et Transitions) est l'outil de représentation graphique d'un cahier des charges. Il a été proposé par l'ADEPA (en 1977 et normalisé en 1982 par la NF C03-190)

Il s'agit d'un langage graphique permettant de définir le comportement séquentiel d'un système automatisé à partir de la connaissance des actions à entreprendre, associées à des variables de SORTIE, et des événements qui peuvent permettre le passage d'une situation à une autre, associée à des variables d'entrée.

D'une façon générale, un système automatisé peut se décomposer en deux parties qui coopèrent :

- La partie opérative (PO) : c'est la partie physique à automatiser (mouvement à réaliser et contrôle des mouvements : vérins, moteurs, capteurs).
- La partie commande (PC) : c'est un automatisme qui élabore en sortie des ordres destinés au processus en fonction des comptes rendus venant du processus et des consignes qu'il reçoit en entrée. [10]

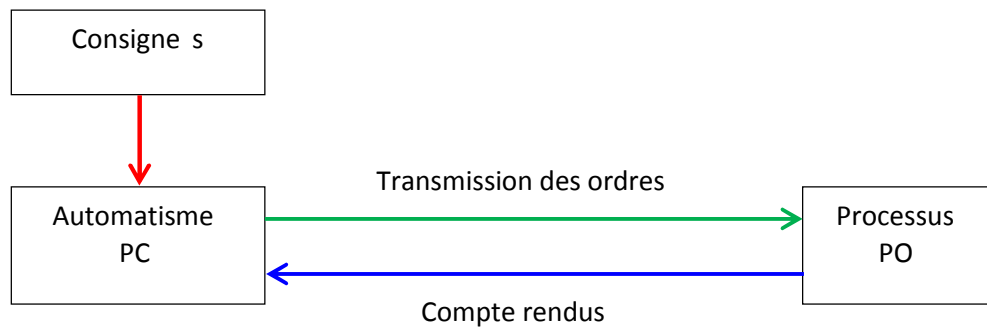


Figure III. 1: Structure d'un système automatisé [10]

Le GRAFCET décrit les interactions entre la partie commande et la partie opérative à partir de l'interface.

Dans ce qui suit, nous allons présenter le cahier de charge du fonctionnement de la batterie 2 sachant que le fonctionnement de toutes les batteries est identique. Elles ne diffèrent entre eux que dans les pressions de service et de sécurité (comme présenté dans le chapitre II). Pour cela nous l'avons organisé en trois parties.

2. Les séquences

Ce sont les procédures exécutées pour un démarrage ou un arrêt dans les conditions de fonctionnement normal.

2.1. Le démarrage

Lors du démarrage on commence tout d'abord par vérifier que la batterie est en position de sécurité (les vannes de sortie du gaz vers torche sont ouvertes et les autres vannes sont fermées)

- Les vannes de sortie du gaz vers torche (BDV025, BDV 028) doit être ouvertes et celles vers URGA (SDV022, SDV017) fermées.
- La vanne d'entrée du brut (ESDV023) doit être fermée. - Les vannes de sortie de l'huile (SDV020, SDV026) fermées - la vanne de sortie de l'eau (SDV021) doit être fermée.

Ensuite la séquence de démarrage peut être lancée. et cela en commençant par le séparateur HP ensuite après sa stabilisation on passe au séparateur MP.

Le brut passe tout d'abord par la vanne de pressurisation (SDV029) qui est placée en parallèle avec la vanne d'entrée principale (ESDV023). Une fois le transmetteur de pression différentielle (PDSL024) qui est placée en parallèle avec la vanne de pressurisation indique « 1 bar », la vanne d'entrée principale (ESDV023) s'ouvre progressivement et celle de pressurisation se ferme progressivement. La grandeur à régler en premier (à ramener à sa consigne) est le niveau de brut. Quand le transmetteur de niveau de brut (PT0203) indique que le niveau est arrivé au point de fonctionnement :

- On ouvre progressivement la vanne de sortie de brut (SDV020).
- On ouvre la vanne de sortie d'eau (SDV021).
- On ferme la sortie gaz vers torche (BDV025).
- On ouvre la sortie gaz vers URGA (SDV022).

Et on lance le mode automatique, les vannes de régulation LCV020, LCV021 et PCV022 entrent en fonctionnement pour assurer la bonne séparation du brut.

Ensuite on refait la même chose pour le séparateur MP on commence par régler le niveau du brut. Quand le transmetteur de niveau de brut (PT0213) indique que le niveau est arrivé au point de fonctionnement :

- on ouvre progressivement la vanne de sortie de brut (SDV026).
- On ferme la sortie gaz vers torche (BDV026).
- On ouvre la sortie gaz vers URGA (SDV027).

Et on lance le mode automatique, les vannes de régulation LCV026 et PCV027 entrent en fonctionnement pour assurer la bonne séparation du brut. Une fois le séparateur MP s'est stabilisé la batterie est en fonctionnement normal et la séquence de démarrage est terminée. La figure ci-dessous est le grafcet de démarrage.

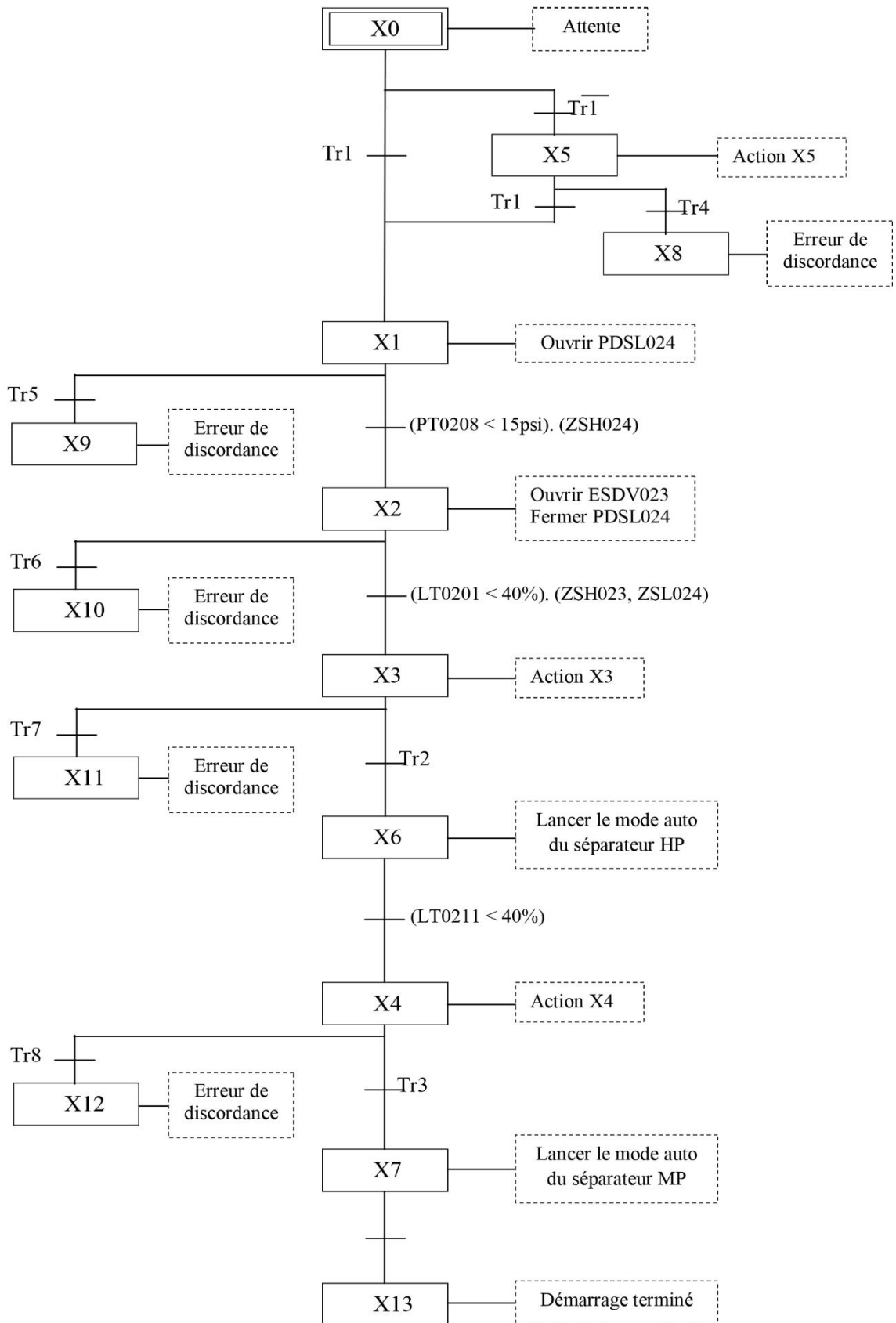


Figure III. 2: Grafcet de démarrage

Tr1 : zsl020. zsl026. zsl027. zsl021. zsl023. zsh025. zsh028

Tr2 : zsh020. zsh021. zsh022. zsl025

Tr3 : zsh026. zsh027. zsl028

Tr4 : erreur de commande des vannes des actions de x5.

Tr5 : erreur de commande de la vanne de pressurisation PDSL024.

Tr6 : erreur de commande des vannes des actions de x2.

Tr7 : erreur de commande des vannes des actions de x3.

Tr8 : erreur de commande des vannes des actions de x4.

Actions X3 :

- ouvrir les vannes SDV020, SDV021 et SDV022.
- fermer la vanne BDV025.

Actions X4 :

- ouvrir les vannes SDV026 et SDV027.
- fermer la vanne BDV028.

Actions X5 : fermer les vannes SDV020, SDV021, SDV026 et SDV027.

2.2. Les arrêts

On distingue deux types d'arrêt ; un arrêt de production normal (de courte durée) sans avoir à vider complètement les séparateurs (la reprise est directe) et un arrêt de longue de durée (pour une révision, un test décennal) nécessitant une vidange complète des séparateurs pour reprendre la production on doit lancer la séquence de démarrage.

a) Arrêt sans vidange

- Fermer la vanne d'entrée principale du brut (ESDV023).
- Fermer la vanne de sortie huile du séparateur MP (SDV026).
- Ouvrir les vannes de sorties gaz vers torches (BDV025, BDV028).

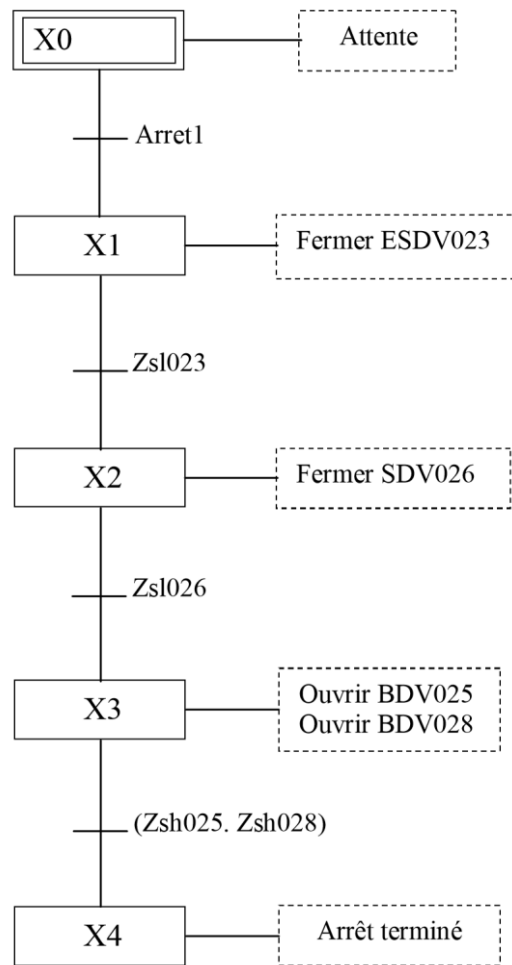


Figure III. 3: Grafcet d'arrêt sans vidange

b) Arrêt avec vidange

On ferme la vanne d'entrée principale du brut (ESDV023) et on ouvre les vannes de sortie gaz vers torche (BDV025 et BDV 028) et les vannes de sortie du brut (SDV020, SDV026, LCV020 et LCV026). Quand le niveau du brut dans le séparateur HP (LT0201) est inférieur à 5 %, on ouvre la sortie d'eau (SDV021 et LCV021).

Une fois le niveau du brut dans le séparateur MP (LT0211) et le niveau d'eau dans le séparateur HP (LT0202) sont inférieurs à 5 % on ferme les vannes de sortie du brut des séparateurs (SDV020 et SDV026) et celle de la sortie d'eau du séparateur HP (SDV021).

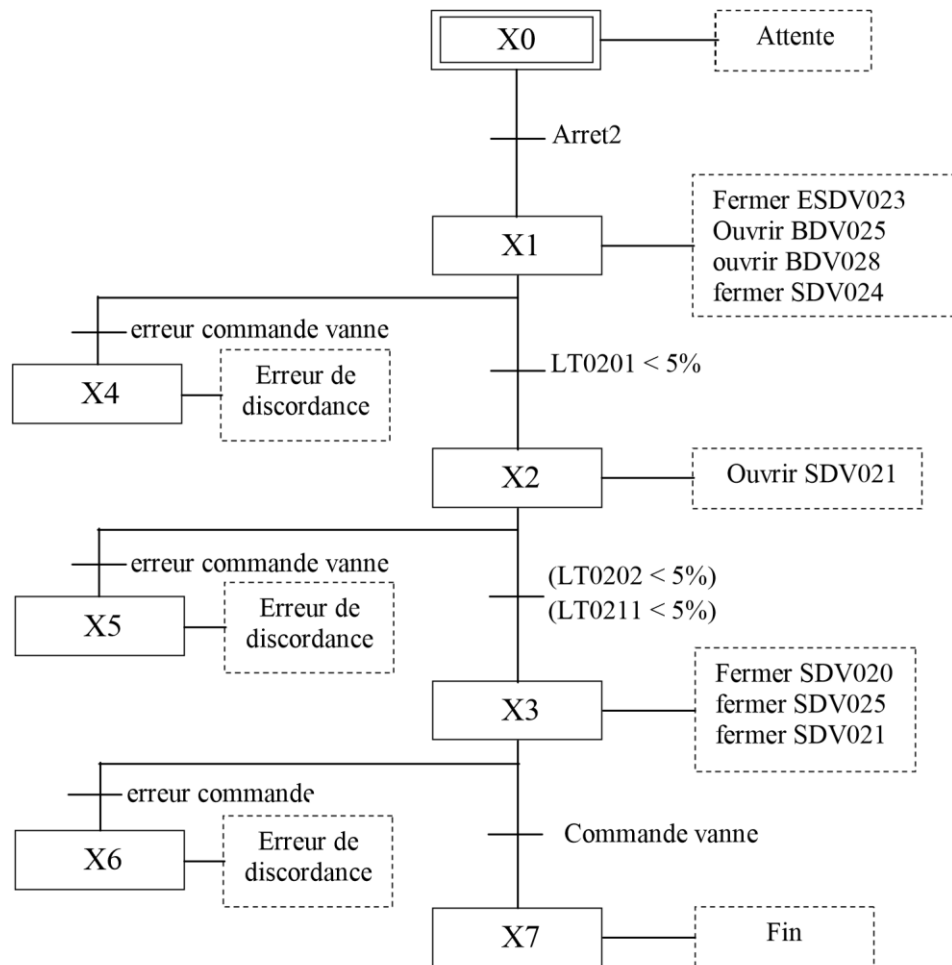


Figure III. 4: Grafcet d'arrêt avec vidange

3. La sécurité

Pour assurer la fiabilité, et la protection du personnel et des installations, un très haut niveau de sécurité est exigé dans cette unité.

Les différentes batteries (HP-MP) sont équipées de plusieurs éléments de sécurité qui peuvent provoquer un arrêt d'urgence et on a prévu un bouton d'arrêt d'urgence que l'opérateur peut utiliser si nécessaire.

3.1. Arrêt d'urgence

Ce niveau correspond à l'arrêt de l'unité entière, comprenant les parties procédées et utilités. En cas d'arrêt d'urgence, l'opérateur devra immédiatement pousser le bouton d'urgence pour isoler l'ensemble de l'unité de séparation.

Un arrêt d'urgence entraîne l'activation de la position de sécurité :

- la fermeture de la vanne principale d'entrée du brut (ESDV023)
- la fermeture des vannes de sortie de l'eau (SDV021), du brut (SDV020 et SDV026) et du gaz (SDV022 et SDV026).
- L'ouverture des vannes de sortie de gaz vers torche (BDV025 et BDV028).

3.2. Arrêt de processus

Chaque séparateur peut déclencher à des causes bien déterminées :

a) Le séparateur HP

Les causes de déclenchement sont :

- la détection de haute pression (PSHH0207) dans le séparateur HP (470psi).
- La détection de basse pression (PSLL0207) dans le séparateur HP (300psi).
- La détection de haut niveau (LSHH0206) dans le séparateur HP (80 %).
- La détection de bas niveau (LSLL0206) dans le séparateur HP (20 %).

b) Le séparateur MP

Les causes de déclenchement sont :

- la détection de haute pression (PSHH0014A) dans le séparateur MP (65psi).
- La détection de basse pression (PSLL0014A) dans le séparateur MP (20psi).
- La détection de haut niveau (LSHH0094A) dans le séparateur MP (80 %).
- La détection de bas niveau (LSLL0094A) dans le séparateur MP (20 %).

3.3. Discordance

Ce défaut a pour objet de détecter les incohérences qui peuvent se produire entre l'ordre émis par l'automate et le retour d'état réel d'un actionneur.

Lorsque l'automate donne un ordre à un actionneur (exemple : ouvrir la vanne), une temporisation est lancée, si à la fin de la temporisation le système n'a pas reçu le retour de l'information attendu (fin de course d'ouverture), alors celui-ci est déclaré un défaut de discordance.

Ce défaut provoque immédiatement le passage en position de sécurité de la batterie. Lorsque l'état de l'automate et celui du site sont de nouveau en concordance, l'actionneur reste en position de sécurité tant que l'opérateur n'a pas effectué une procédure d'acquiescement.

3.4. Les alarmes

Les alarmes permettent de détecter rapidement les erreurs lors du traitement du processus dans les systèmes d'automatisation, de les localiser avec précision et de les corriger. Il est ainsi possible de réduire considérablement les temps d'arrêt d'une installation.

Et aussi elles peuvent être utilisées pour détecter un fonctionnement anormal ou dangereux. Et pour prévenir de l'imminence d'un arrêt d'urgence ainsi l'opérateur sera informé et il aura le temps d'agir et pourra éviter l'arrêt de l'unité et donc de la production.

Vu leur importance et leur utilité. Nous avons défini un ensemble d'alarmes :

- alarme de processus qui alerte d'une valeur dangereuse (haute ou basse) d'une variable du process :

- pression du gaz dans le séparateur HP : haute pression (high) Psh0207 si la pression est supérieur à 400 psi à et basse pression (low) Psl0207 si la pression est inférieure à 320 psi.

- Niveau dans le séparateur HP : niveau haut (high) Lsh0206 si le niveau est supérieur à 65 % et niveau bas (low) Lsl0206 si le niveau est inférieur à 35 %.

- Pression du gaz dans le séparateur MP : haute pression (high) Psh0216 si la pression est supérieur à 40 psi à et basse pression (low) Psl0216 si la pression est inférieure à 25 psi.

- Niveau dans le séparateur MP : niveau haut (high) Lsh0215 si le niveau est supérieur à 65 % et niveau bas (low) Lsl0215 si le niveau est inférieur à 35 %.

- Alarme d'arrêt de processus qui alerte d'une valeur très dangereuse (très haute ou très basse) d'une variable du process qui entraine un arrêt :

- pression du gaz dans le séparateur HP : très haute pression (high-high) Pshh0207 si la pression est supérieur à 470 psi à et basse pression (low-low) Psl0207 si la pression est inférieure à 280 psi.

- Niveau dans le séparateur HP : niveau très haut (high-high) Lshh0206 si le niveau est supérieur à 80 % et niveau bas (low-low) Lsll0206 si le niveau est inférieur à 20 %.

- Pression du gaz dans le séparateur MP : très haute pression (high-high) Pshh0216 si la pression est supérieur à 65 psi et basse pression (low-low) Psl0216 si la pression est inférieure à 20 psi.

- Niveau dans le séparateur MP : niveau très haut (high-high) Lshh0215 si le niveau est supérieur à 80 % et niveau bas (low-low) Lsll0215 si le niveau est inférieur à 20 %.

- Alarme de discordance : chaque vanne TOR est munie de deux fins de course pour indiquer s'elle est fermée ou ouverte (par exemple, la vanne SDV020 a deux fins de course le ZSH020 position fermée et ZSL pour position ouverte). Lorsque l'automate donne l'ordre à la vanne de se fermer ou de s'ouvrir, une temporisation est lancée, si à la fin de la temporisation le système n'a pas reçu le retour de l'information attendu (fin de course approprié), alors une alarme signale le défaut et lance les actions appropriées.

- Alarme d'erreur : dans le cas d'erreur d'exécution d'une séquence (démarrage, arrêt...), une alarme est configurée pour signaler cette erreur et pour activer la position de sécurité.

4. La régulation

Comme présentée dans le chapitre II, il existe deux types de régulations dans un séparateur, celle du gaz et celle des liquides (huile, eau et gaz pour le cas d'un séparateur triphasique) ou liquide et gaz (cas d'un séparateur biphasique).

4.1. Le séparateur HP

C'est un séparateur triphasique donc aura à effectuer trois régulations :

- régulation de la pression du gaz : la pression est maintenue constante en réglant en fonction de la pression dans le séparateur provenant des mesures de PT0203, la position d'ouverture ou fermeture de la vanne de régulation PCV022 pour éviter que l'huile soit aspirée avec le gaz.

- Régulation du niveau d'huile : cette régulation a pour objectif de maintenir l'interface gaz/huile constante et cela en mesurant le niveau d'huile à l'aide du transmetteur LT0201 pour commander l'ouverture de la vanne de régulation LCV020.

- Régulation du niveau d'eau : cette régulation a pour objectif de maintenir l'interface huile/eau constante, et cela pour éviter que de l'eau sorte de la sortie de

l'huile (niveau de l'eau trop élevé) ou de l'huile qui sort de la sortie d'eau (niveau de l'eau trop faible) et donc d'avoir une mauvaise séparation.

Le transmetteur de niveau LT0202 mesure le niveau d'eau pour commander l'ouverture de la vanne de régulation LCV021.

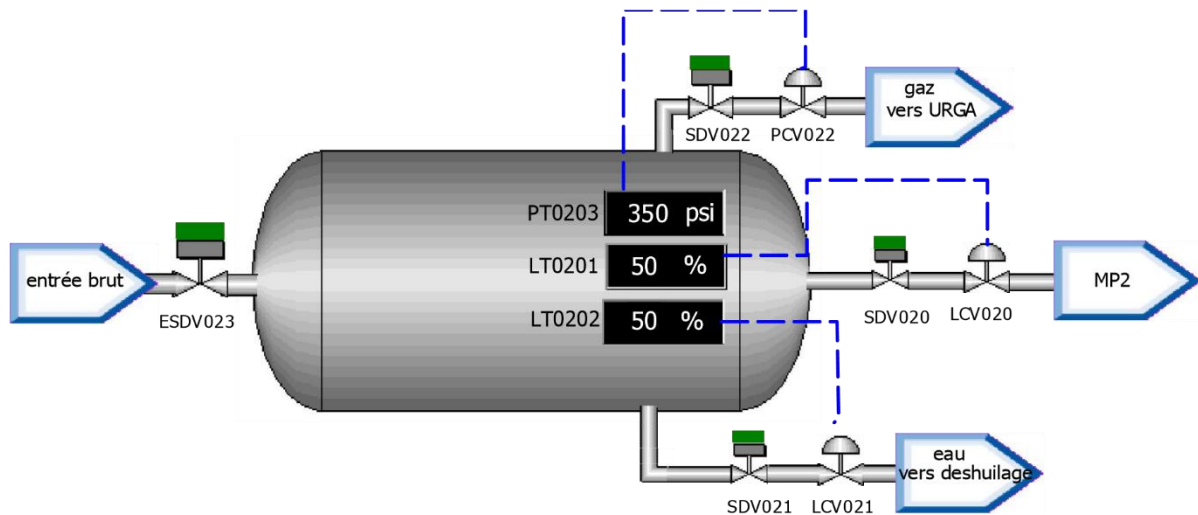


Figure III. 5: les boucles de régulation du séparateur HP

4.2. Le séparateur MP

C'est un séparateur biphasique donc deux régulations sont effectuées :

- régulation de la pression du gaz : de la même façon que pour le séparateur HP la pression est maintenue constante en réglant en fonction de la pression provenant des mesures de PT0212, la position d'ouverture de la vanne de régulation PCV022 pour éviter que l'huile ne soit aspirée avec le gaz.
- Régulation de niveau du brut : le transmetteur de niveau LT0202 mesure le niveau d'eau pour commander l'ouverture de la vanne de régulation LCV021.

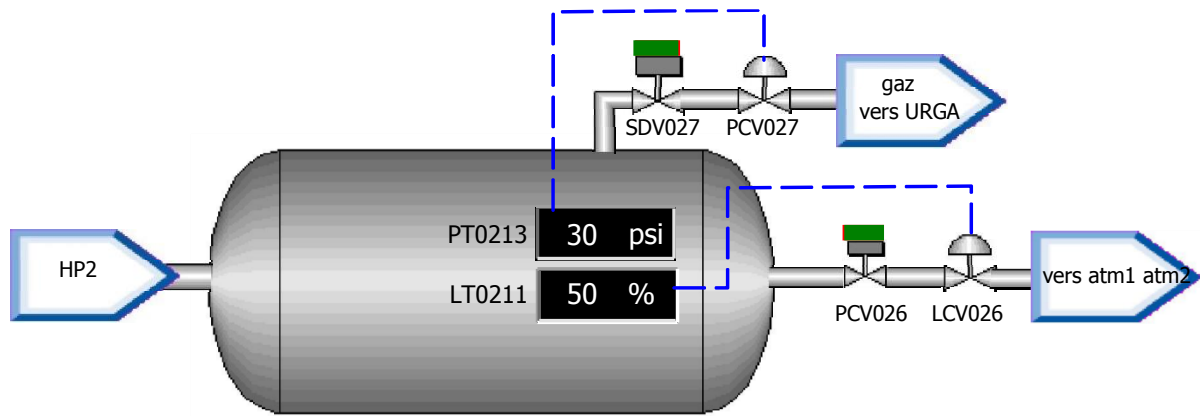


Figure III. 6: les boucles de régulation du séparateur HP

5. Conclusion

Le cahier des charges établi nous permettra de choisir un automate ainsi que le type et le nombre des modules qui vont lui être associés. Son respect nous permettra d'élaborer un programme et de l'implanter sans difficulté. Ce sera le thème traité dans le prochain chapitre.

Chapitre 4 : Conception d'un système de contrôle numérique

1. Introduction

L'automate programmable industriel A.P.I est aujourd'hui le constituant le plus répandu pour réaliser des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie, car il répond à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement de développement et aux larges possibilités d'interconnexions. La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrées/sorties, et des modules spécialisés, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel de conduite. Il a comme rôles principaux dans un processus :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs.
- En faire le traitement.
- Élaborer la commande des actionneurs.
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement.

Après la détermination des différentes entrées et sorties ainsi que l'analyse fonctionnelle de l'unité traitement du brut et les conditions requises pour l'automatisation, nous avons abouti à un choix d'automatisation à base d'automate S7-400 et en adoptant l'architecture montrée dans la figure ci-dessous.

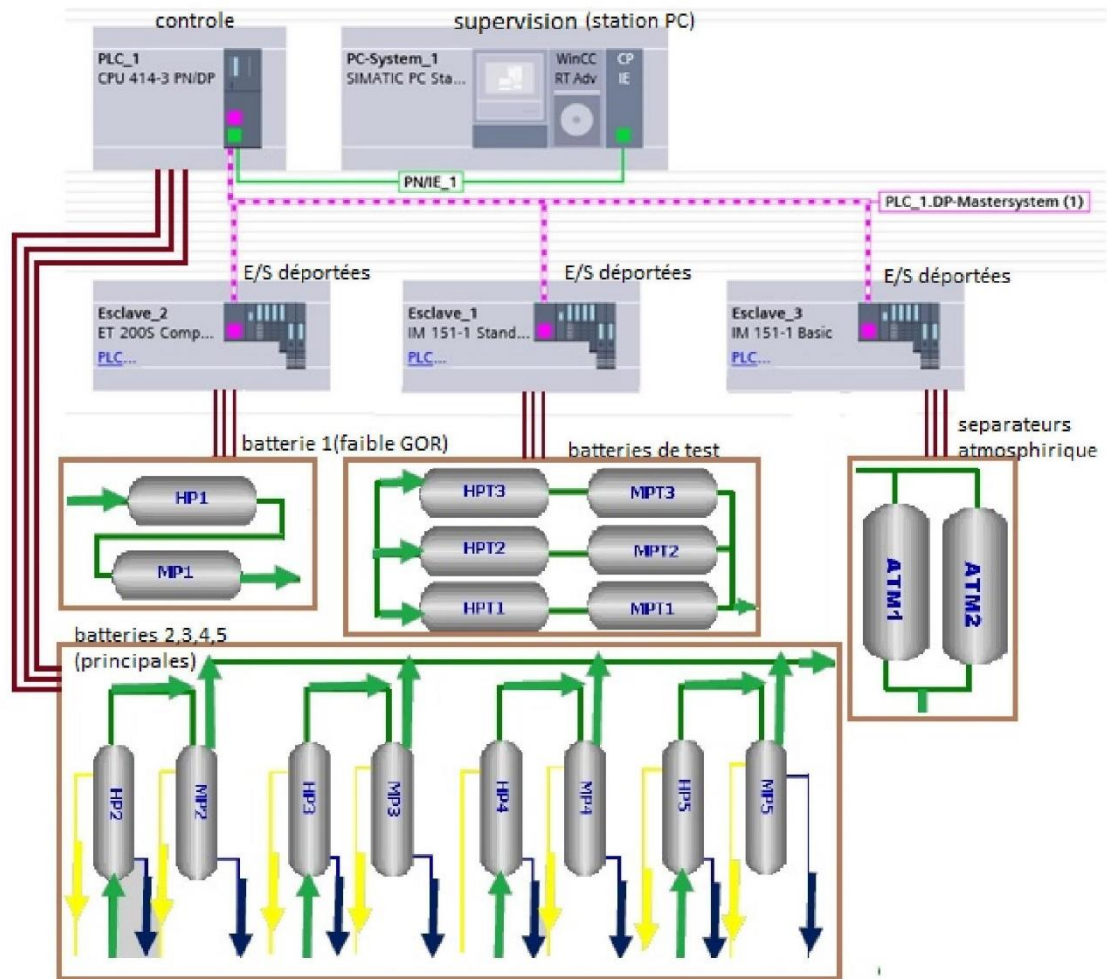


Figure IV. 1: l'architecture proposée

2. Les automates siemens S7-400

Le S7-400 est un automate programmable. Pratiquement chaque tâche d'automatisation peut être résolue par un choix approprié des constituants d'un S7-400. Les modules S7-400 se présentent sous forme de boîtiers que l'on adapte sur un châssis. Des châssis d'extension sont à disposition pour faire évoluer le système.

Le S7-400 réunit tous les avantages de ses prédécesseurs avec les avantages que confèrent un système et un logiciel actualisés. Ce sont :

- des CPU de puissances échelonnées,
- des CPU à compatibilité ascendante
- des modules sous boîtiers d'une grande robustesse,
- une technique de raccordement des modules de signaux des plus confortables,

- des modules compacts pour un montage serré,
- des possibilités de communication et de mise en réseau optimales,
- une intégration confortable des systèmes de contrôle-commande,
- le paramétrage logiciel de tous les modules,
- une grande liberté dans le choix des emplacements,
- un fonctionnement sans ventilation,
- le multitraitement en châssis non segmenté. [7]

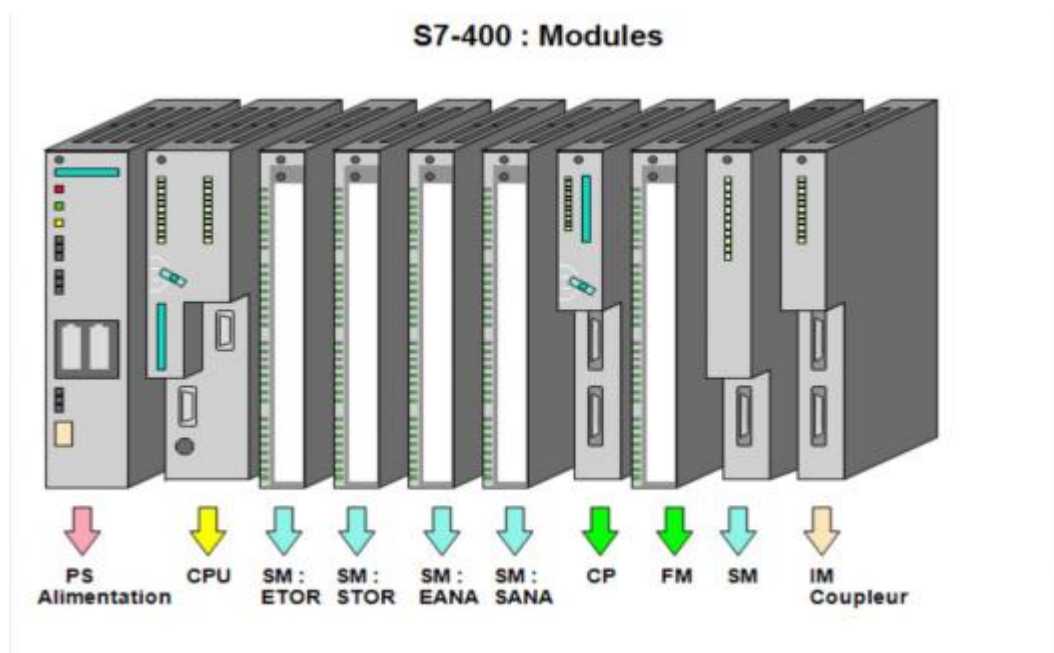


Figure IV. 2: Les différents composants du S7-400

3. Logiciel de programmation utilisé TIA PORTAL V12

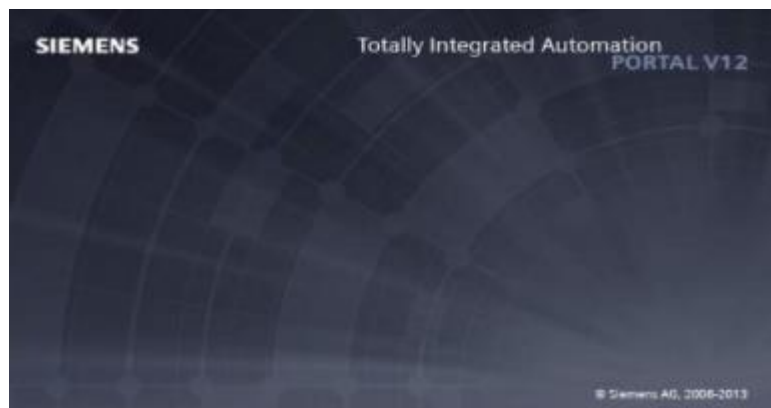


Figure IV. 3: TIA PORTAL V12

Le TIA Portal est la clé ouvrant l'accès au potentiel intégral de la Totally Integrated Automation. Le logiciel optimise l'ensemble des procédures au niveau planification, machine et processus. Son interface utilisateur intuitive, ses fonctions simples et sa transparence totale des données le rendent extrêmement convivial. Des données et projets déjà existants peuvent être intégrés aisément, ce qui garantit la sécurité de l'investissement.

- Intégration de l'API, de l'IHM, des entraînements et des fonctions de sécurité dans un environnement d'automatisation unique.
- Bibliothèques permettant de réutiliser des composants d'un projet.
- Diagnostic système intégré.
- Fonctions Trace.
- Intégration des fonctionnalités Motion.
- Références croisées sur l'ensemble du projet.
- Simulation complète pour API et IHM. [6]

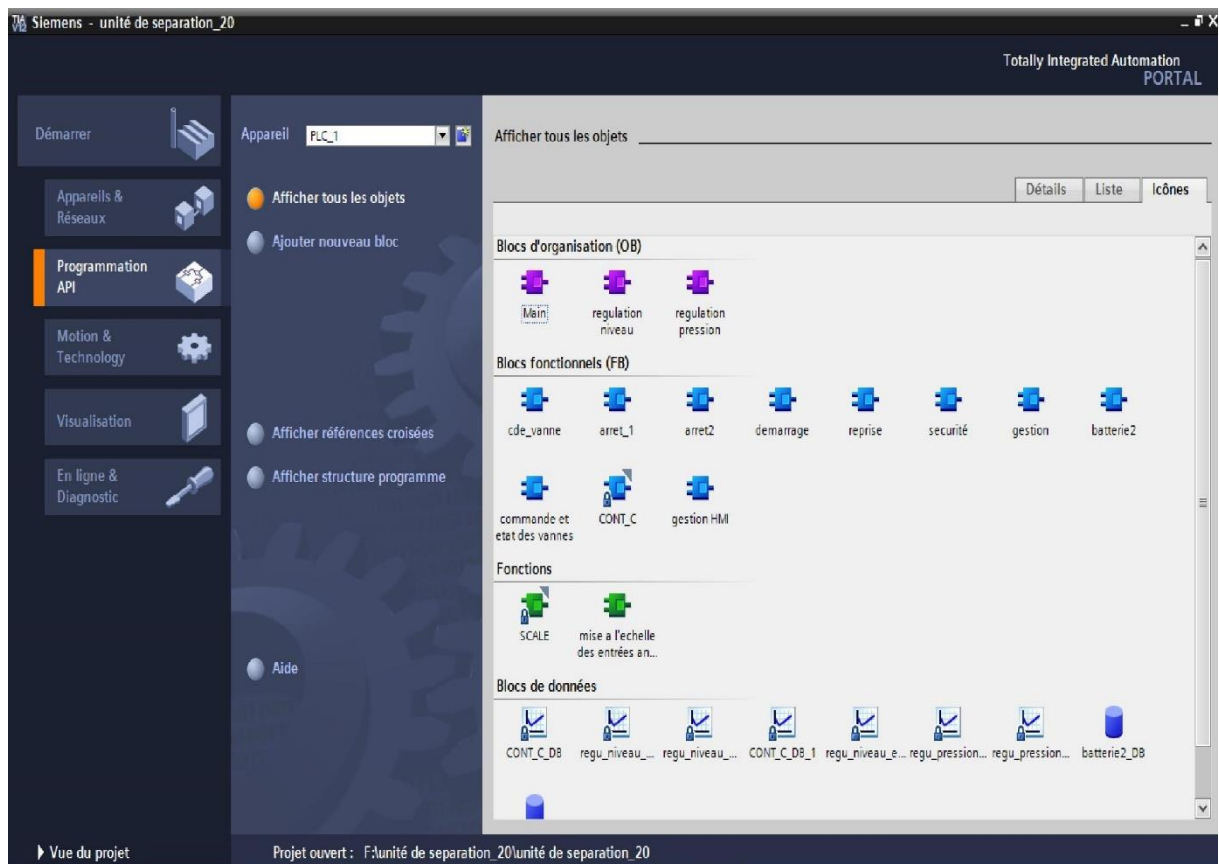


Figure IV. 4: vue du portail TIA Portal v12

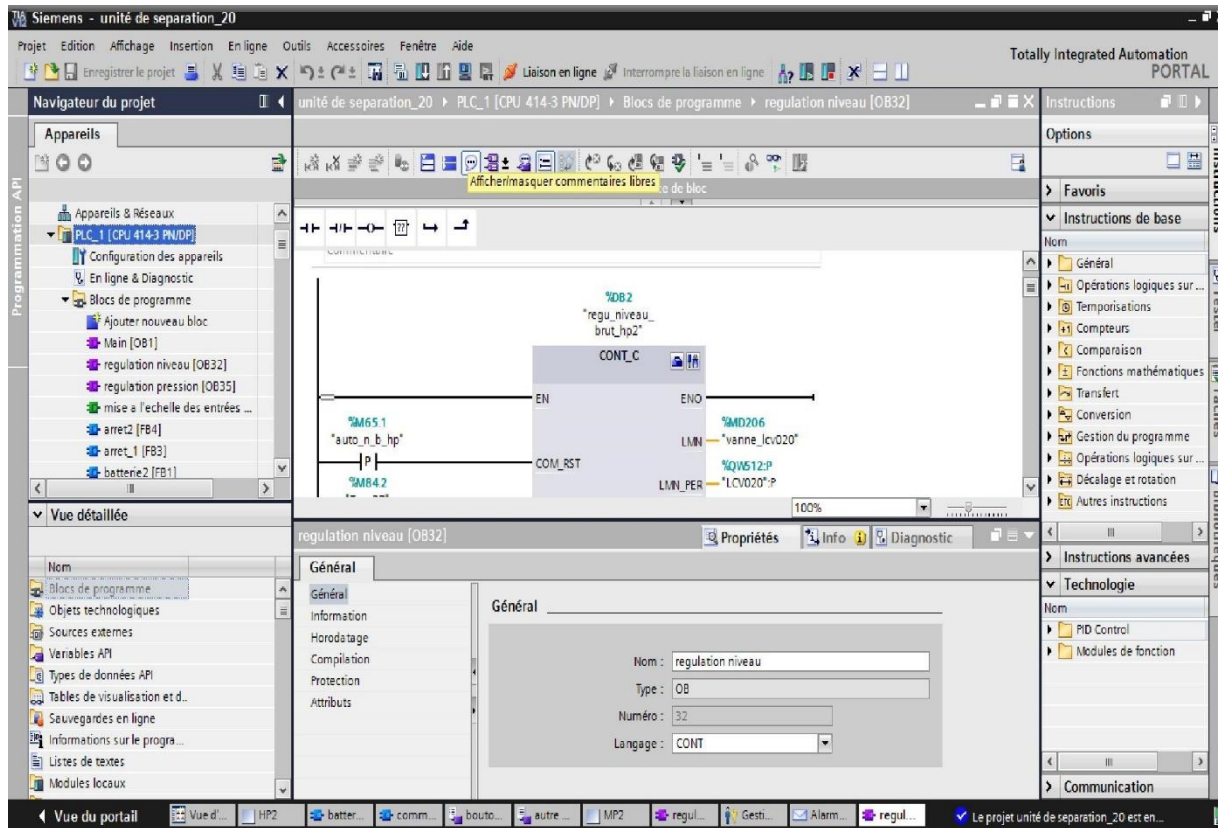


Figure IV. 5: vue du projet TIA Portal v12

4. Configuration matérielle

4.1. Critère de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable est généralement basé sur :

- Nombre d'entrées/sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées/sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution ...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...).

4.2. La configuration proposée

Après l'étude et l'analyse fonctionnelle de l'unité traitement d'huile, on a déduit les différentes entrées et sorties pour (HP, MP, ATM1, ATM2) qui vont être gérées par l'automate programmable. Pour proposer la configuration suivante

4.2.1. La CPU

La CPU que nous avons choisie est CPU 414-3 PN/DP (6ES7 414-3EM06-0AB0)



Figure IV. 6: CPU 414-3 PN/DP

Mémoire de travail de 2 Mo de code et de 2 Mo de données ; 0,045 ms/k-instructions ; 8 Ko DI/O ; 64 liaisons ; 1 x DP/MPI, 1 x PN et 1 logement pour cartouches IF ; possibilité d'émission et de réception pour l'échange direct de données ; équidistance et traitement isochrone ; routage ; routage d'enregistrements ; multitraitement ; PROFINET IO-Controller ; prise en charge de RT/IRT ; interface PROFINET et 2 ports ; PROFINET CBA ; PROFINET Proxy CBA ; firmware V6.0. [7]

4.2.2. Les modules E/S

Après l'étude et l'analyse fonctionnelle de l'unité, les différentes entrées et sorties pour les batteries principales (batterie 2, 3, 4 et 5) sont :

- 56 entrées analogiques.
- 20 sorties analogiques.
- 72 entrées TOR.
- 60 sorties TOR.

Donc la configuration matérielle proposée est comme suit :

- Châssis universel (rack), 18 emplacements; référencé 6AG1 400-1TA01-2AA0.

- Modules E/S:

- 3 Modules d'entrées TOR DI32 x DC24V, par groupe de 32 ; référencé 6ES7 421-1BL01-0AA0.
- 4 Modules de sortie TOR DO16 x 24V / 2A, par groupes de 8; référencé 6ES7 422-1BH11-0AA0.
- 4 Modules d'entrées analogiques AI11 x 13bits ; référencé 6AG1 431-0HH000AB0.
- 3 Modules de sorties analogiques AO8 x 13bits ; référencé 6ES7 432-1HF000AB0.

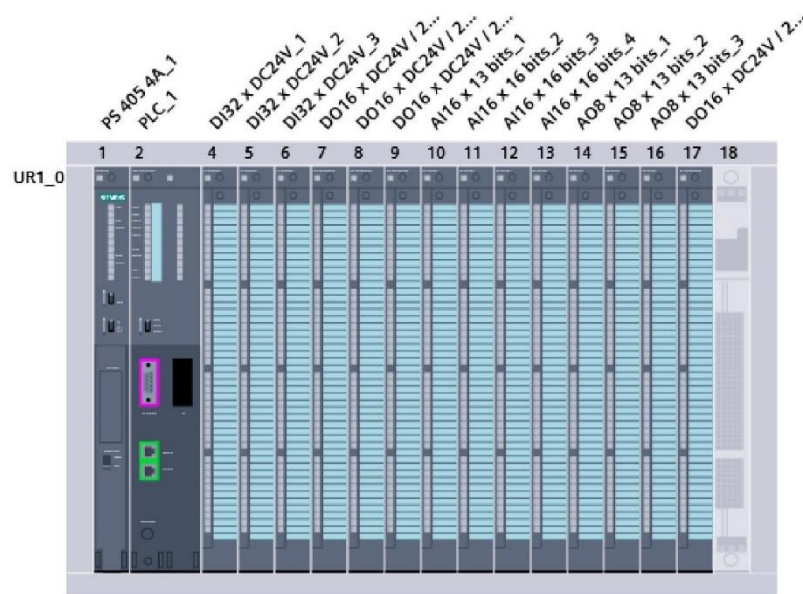


Figure IV. 7: vue des appareils

4.2.3. Les modules E/S proposés

Pour les modules E/S déportées nous proposons :

- ET 200S Compact 16DI/16DO (esclave 2 et 3): c'est un coupleur ET 200S avec 16DI/16DO embarquées, pour modules électroniques ET 200S, référencé 6ES7 1511CA00-3BL0.



Figure IV. 8: vue des appareils esclave 2 et esclave 3

- IM 151-1 Standard (esclave 1) : Coupleur IM151-1 pour modules électroniques ET200S, traitement des options avec/sans modules de réservation, 240 octets de paramètres par emplacement.

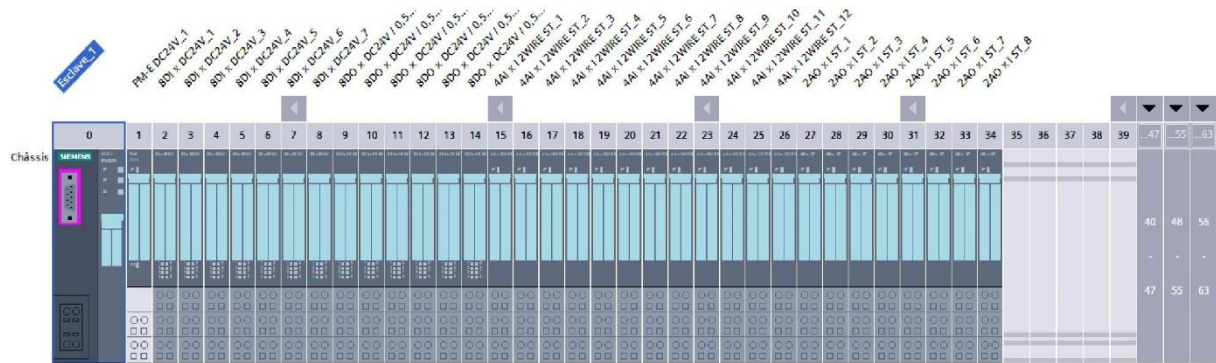


Figure IV. 9: vue des appareils esclave 1

5. Programmation

5.1. Principes de base de la programmation

5.1.1. Système d'exploitation et programme utilisateur

a) système d'exploitation

Chaque CPU contient un système d'exploitation qui organise tous les fonctions et processus de la CPU n'étant pas liés à une tâche d'automatisation spécifique. De ses tâches on peut citer: Déroulement du démarrage (à chaud).

- Actualisation de la mémoire image des entrées et de la mémoire image des sorties.
- Appel du programme utilisateur.
- Acquisition des alarmes et appels des OB d'alarme.
- Détection et traitement des erreurs.
- Gestion des zones de mémoire

Le système d'exploitation est un composant de la CPU et est déjà installé dans la CPU à la livraison.

b) Programme utilisateur

Le programme utilisateur contient toutes les fonctions requises pour le traitement de tâches d'automatisation spécifiques. Font partie des fonctions du programme utilisateur :

- Vérification des conditions préalables au démarrage (à chaud) à l'aide d'OB de démarrage, fin de course en bonne position ou dispositif de sécurité actif par exemple.

- Traitement des données du processus, par exemple combinaison de signaux binaires, lecture et évaluation de valeurs analogiques, détermination des signaux binaires de sortie, sortie des valeurs analogiques.

- Réaction aux alarmes, par exemple alarme de diagnostic en cas de dépassement de la limite inférieure d'un module d'extension analogique.

- Traitement des perturbations dans l'exécution normale du programme.

C'est le programmeur (utilisateur) qui crée le programme utilisateur et le charge dans la CPU.

5.1.2. Programmation linéaire et structurée

a) Programmation linéaire

On peut résoudre de petites tâches d'automatisation en écrivant le programme utilisateur complet linéairement dans un OB cyclique. Cette démarche est recommandée uniquement pour des programmes simples. La figure suivante représente un programme linéaire schématique. L'OB cyclique "Main1" contient le programme utilisateur complet.

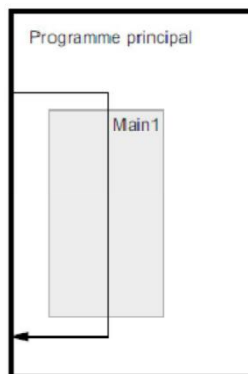


Figure IV. 10: programmation linéaire

b) Programmation structurée

La réalisation et la maintenance des tâches d'automatisation complexes sont plus simples si ces tâches sont divisées en plusieurs tâches partielles plus petites qui correspondent aux fonctions technologiques du processus d'automatisation ou qui peuvent être utilisées plusieurs fois. Dans le programme utilisateur, ces tâches partielles sont représentées par des blocs.

Chaque bloc constitue une section indépendante du programme utilisateur. La structuration du programme offre les avantages suivants :

- La programmation des programmes volumineux est plus claire.
- Certaines parties du programme peuvent être normalisées et être utilisées plusieurs fois avec des paramètres changeants.
- L'organisation du programme est simplifiée.
- Il est plus facile de modifier le programme.
- Le test du programme est simplifié, car il peut s'effectuer section par section.
- La mise en service est simplifiée.

La figure suivante représente un programme structuré schématique. L'OB cyclique "Main1" appelle successivement des sous-programmes qui exécutent des tâches partielles définies.

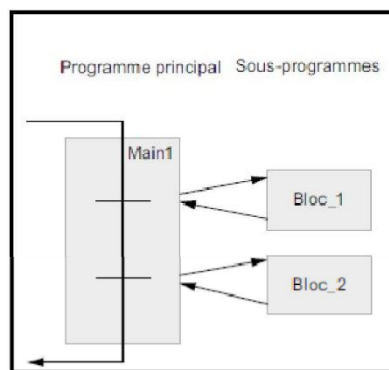


Figure IV. 11: programmation structurée 5.5.1.3 Présentation des types de blocs

a) Types de blocs

Il existe différents types de blocs pour exécuter les tâches dans un système d'automatisation.

Le tableau suivant présente les types de blocs disponibles :

Tableau IV. 1: types de bloc disponibles

Blocs d'organisation (OB)	Les blocs d'organisation définissent la structure du programme utilisateur.
Fonctions (FC)	Les fonctions contiennent des routines pour les tâches cycliques. Elles n'ont pas de "mémoire".
Blocs fonctionnels (FB)	Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui sauvegardent en permanence leurs valeurs dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement du bloc.
Blocs de données d'instance	Les blocs de données d'instance sont affectés au bloc fonctionnel lors de son appel et servent à sauvegarder les données du programme.
Blocs de données globaux	Les blocs de données globaux sont des zones servant à sauvegarder des données qui peuvent être utilisées par des blocs quelconques.

b) Blocs d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et commandent par exemple les opérations suivantes :

- Comportement de démarrage du système d'automatisation.
- Traitement cyclique du programme.
- Traitement du programme déclenché par alarme.
- Traitement des erreurs

On peut programmer les blocs d'organisation et déterminer ainsi le comportement de la CPU.

c) Fonctions (FC)

Les fonctions (FC) sont des blocs de code sans mémoire. Elles n'ont pas de mémoire de données dans laquelle il est possible d'enregistrer les valeurs de paramètres de bloc. C'est pourquoi des paramètres effectifs doivent être fournis à tous les paramètres formels lors de

l'appel d'une fonction. Pour enregistrer les données durablement, les fonctions disposent de blocs de données globales.

Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsque la fonction est appelée par un autre bloc de code. Les fonctions peuvent par exemple servir dans les cas suivants :

- Retourner des valeurs de fonction au bloc appelant, par ex. pour les fonctions mathématiques.
- Exécuter des fonctions technologiques, par ex. commandes uniques avec combinaisons binaires

Une fonction peut être appelée plusieurs fois à différents endroits d'un programme. Ainsi on peut simplifier la programmation des fonctions utilisées fréquemment.

d) Blocs fonctionnels (FB)

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs. C'est pourquoi ils sont également appelés "Blocs avec mémoire". Les blocs fonctionnels peuvent aussi travailler avec des variables temporaires. Cependant, les variables temporaires ne sont pas enregistrées dans la DB d'instance, mais disponibles uniquement tout le temps d'un cycle.

Les blocs fonctionnels contiennent des sous-programmes qui sont exécutés lorsqu'un bloc fonctionnel est appelé par un autre bloc de code. Un bloc fonctionnel peut être appelé plusieurs fois à différents endroits d'un programme. Ainsi on peut simplifier la programmation de fonctions utilisées fréquemment.

Instances de blocs fonctionnels

L'appel d'un bloc fonctionnel est une instance. Chaque instance d'un bloc fonctionnel requiert un bloc de données d'instance dans lequel sont mémorisées les valeurs spécifiques de l'instance des paramètres formels déclarés dans le FB. Le bloc fonctionnel peut mémoriser ses données spécifiques aux instances dans un bloc de données d'instance dédié ou dans un bloc de données d'instance du bloc appelant.

e) Blocs de données globaux (DB)

Les blocs de données servent à mémoriser les données de programme. Les blocs de données contiennent donc des données variables qui sont utilisées dans le programme utilisateur. Les blocs de données globaux enregistrent des données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs. La taille maximale des blocs de données varie selon la CPU.

Chaque bloc fonctionnel, chaque fonction et chaque bloc d'organisation peuvent lire les données d'un bloc de données global et écrire des données dans un bloc de données global. Ces données sont conservées dans le bloc de données, même à la fermeture du bloc de données. Un bloc de données global et un bloc de données d'instance peuvent être ouverts simultanément. La figure suivante montre les différents accès aux blocs de données :

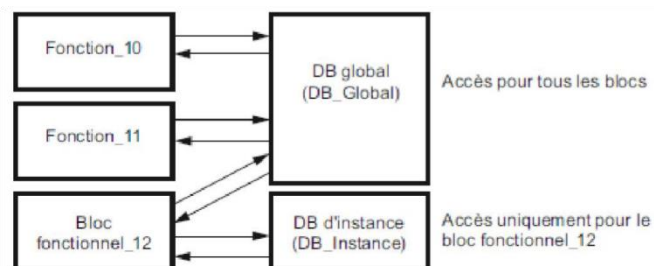


Figure IV. 12 : Blocs de données globaux

f) Appels de bloc

Pour que des blocs soient exécutés dans le programme utilisateur, ils doivent être appelés par un autre bloc. Si un bloc en appelle un autre, on traite les instructions du bloc appelé. Une fois le traitement du bloc appelé terminé, celui du bloc appelant reprend. Le traitement reprend à l'instruction qui suit l'appel de bloc. La figure suivante montre le déroulement d'un appel de bloc dans un programme utilisateur :

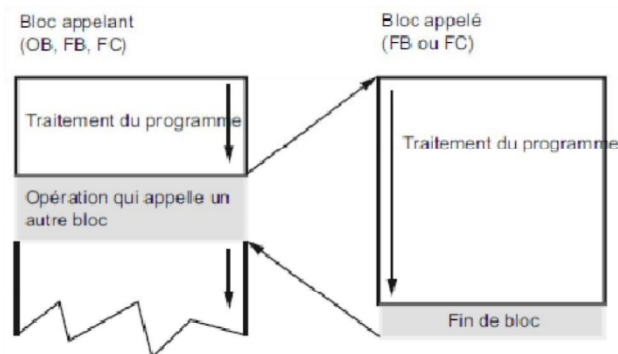


Figure IV. 13: appels de bloc

g) Hiérarchie d'appel

On désigne par hiérarchie d'appel l'ordre et la profondeur d'imbrication des appels de bloc. La profondeur d'imbrication autorisée dépend de la CPU. La figure suivante montre un exemple d'ordre et de profondeur d'imbrication des appels de bloc dans un cycle :

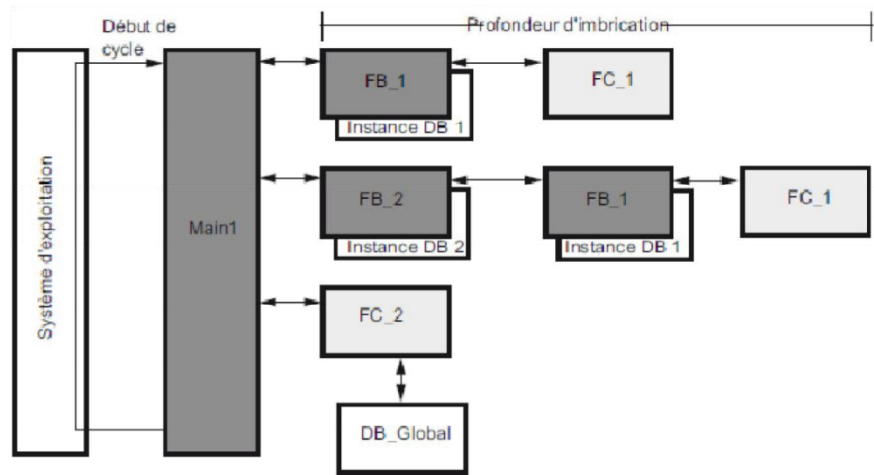


Figure IV. 14: Hiérarchie d'appel

5.2. Mise en œuvre du programme

Sachant que le fonctionnement de toutes les batteries est identique. Elles ne diffèrent entre eux que dans les pressions de service et de sécurité (comme présenté dans le chapitre II). Nous avons proposé une configuration matérielle en prenant en compte toute l'unité, mais concernant le programme, et pour simplifier son test nous avons réalisé celui de la batterie 2 en le structurant en fonction facilitant ainsi la programmation des batteries restantes.

La figure ci-dessous montre les différents blocs créés

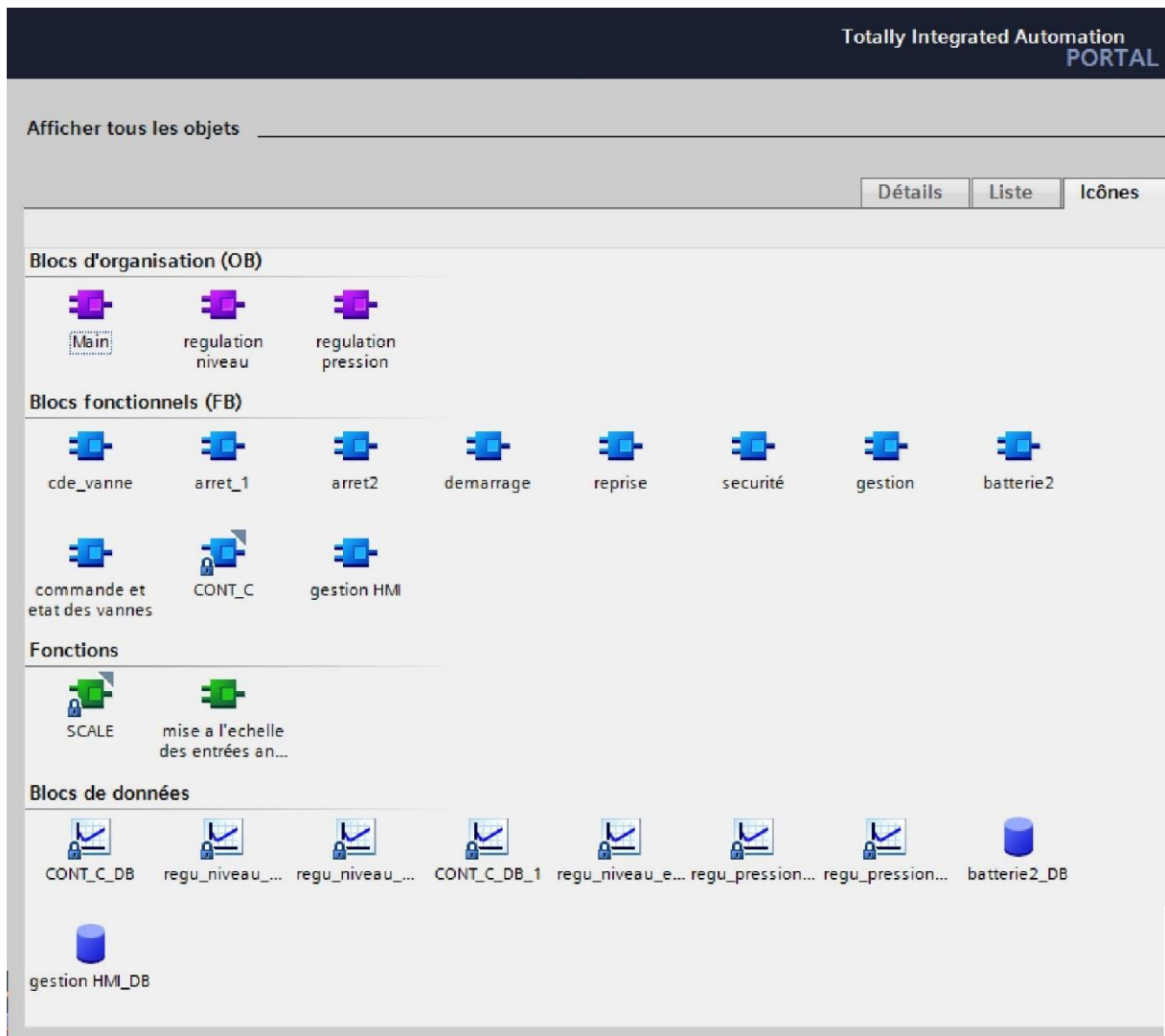


Figure IV. 15: les blocs créés

5.2.1. blocs d'organisation (OB) créés

➤ main (OB1)

C'est le bloc principal, il est créé automatiquement. Il contient le programme principal exécuté cycliquement.

➤ Régulation (OB 32 et OB35)

Pour la régulation nous avons utilisé le bloc CONT_C : L'instruction CONT_C sert à la régulation de processus techniques possédant des grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les systèmes d'automatisation. En paramétrant ce bloc, on peut activer ou désactiver des fonctions partielles du régulateur PID afin de l'adapter au système réglé. En complément des fonctions de la branche de consigne et de mesure, l'instruction réalise un régulateur PID

opérationnel doté d'une sortie continue pour la grandeur réglante et de la possibilité de modifier manuellement la valeur de réglage.

Pour que les valeurs des blocs de régulation soient calculées correctement les blocs doivent être appelés à intervalles réguliers. Et cela pour avoir un temps d'échantillonnage constant.

C'est pourquoi il convient d'appeler les blocs de régulation dans un OB d'alarme cyclique (OB 30 à OB 38). On les appelle aussi périodique.

Les blocs d'organisation d'alarme cyclique servent à démarrer des programmes à intervalles réguliers indépendamment du traitement cyclique du programme. Le traitement cyclique du programme est alors interrompu par l'OB d'alarme cyclique, puis reprend une fois l'OB traité.

La figure suivante montre l'exécution du programme avec un OB d'alarme cyclique :

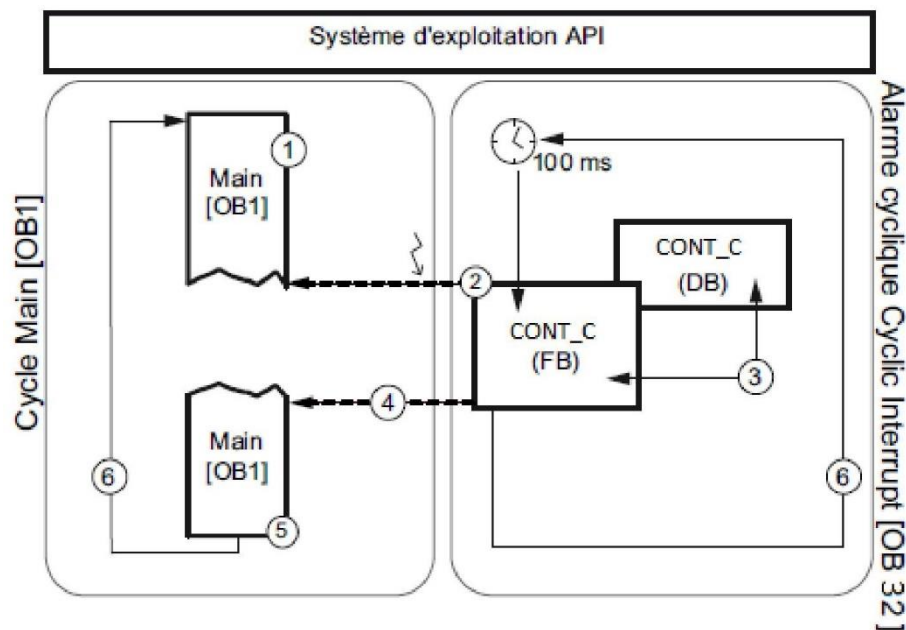


Figure IV. 16: exécution d'une alarme cyclique

- 1) Le programme commence avec Main [OB1].
- 2) Toutes les 100 ms se déclenche une alarme cyclique qui interrompt le programme en cours à n'importe quel endroit (par exemple, pendant Main [OB1]) et qui exécute le programme figurant dans l'OB d'alarme cyclique. Ici, le programme se compose du bloc fonctionnel CONT_C

- 3) CONT_C est exécuté et les valeurs sont écrites dans le bloc de données CONT_C (DB).
- 4) Une fois l'OB d'alarme cyclique traité, l'exécution de Main [OB1] reprend où elle avait été interrompue. Les valeurs sont conservées.
- 5) Main [OB1] est achevée.
- 6) Le cycle du programme reprend du début.

Nous avons créé deux OB d'alarme cyclique

- régulation de pression (OB32) avec un cycle de 100ms il contient deux blocs CONT_C ; un pour chaque boucle de régulation de pression.
- Régulation de niveau (OB35) avec un cycle de 1s. il contient trois blocs CONT_C ; un pour chaque boucle de régulation de niveau.

5.2.2. Blocs fonctionnels (FB) créés

- cde_vanne : dans ce bloc nous avons programmé la commande d'une vanne avec vérification de la réalisation de cette commande sinon émission d'erreur de discordance.
- Les blocs démarrage, arret1, arret2, reprise et sécurité sont les programmes des séquences présentés dans le chapitre IV.
- Le bloc gestion gère l'activation et l'activation de chaque séquence, du mode automatique de chaque régulation et de la position de sécurité et cela en fonction de l'évolution du process et des ordres donnés par l'opérateur.
- Les blocs gestion HMI et commande et état des vannes gèrent les animations de l'interface homme-machine.
- Le bloc batterie 2 fait appelle à tous les blocs précédant avec les paramètres de la batterie 2.

5.2.3. Fonctions (FC) créés

La fonction mise à l'échelle des variables analogiques comme son nom l'indique la mise à l'échelle et cela en utilisant la fonction prédéfinie Scale (FC105).

6. La supervision

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme Machine (IHM).

6.1. IHM - Interface Homme Machine

Le système d'interface homme-machine (IHM) constitue l'interface entre l'opérateur et le processus. Le déroulement du processus est commandé par la CPU. L'opérateur peut visualiser le processus ou intervenir dans le processus en cours par le biais d'un pupitre opérateur.

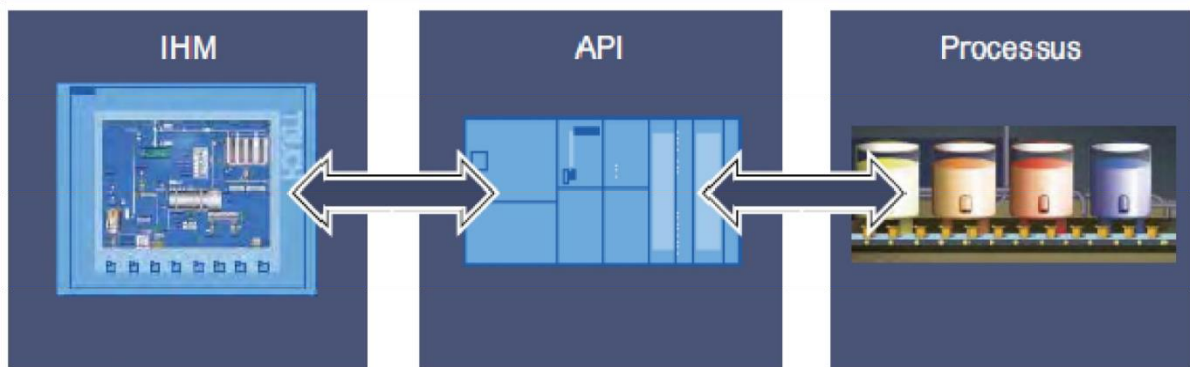


Figure IV. 17: interface homme-machine

Les possibilités suivantes sont en autres possible pour le contrôle-commande des machines et installations :

- Représenter les processus
- Commander les processus
- Émettre des alarmes
- Gérer les paramètres du processus et les recettes

Une bonne HMI doit fournir :

- facilité d'apprentissage ;
- facilité, efficacité et sécurité d'utilisation ;
- plaisir d'utilisation ;

- acceptabilité du logiciel ;
- satisfaction des utilisateurs ;
- productivité satisfaisante du couple personne-machine
- rentabilité pour l'entreprise.

6.2. Règles ergonomiques d'une HMI le concepteur d'interface doit:

- limiter, dans le menu, le nombre de choix lorsqu'ils nécessitent une analyse de tous les items, à 7 (pour ne dépasser la capacité globale de la mémoire courte) ;
- utiliser les formats, la couleur, les emplacements, pour établir des liens entre les éléments ;
- générer des "retours" du système, immédiats et évidents, à chaque action de l'utilisateur, et proposer des "fermetures" pour chaque sous-tâche ;
- Éviter de surcharger l'écran en rendant visible ce qui est utile et seulement ce qui est utile ;
- éviter la mémorisation entre écrans successifs en utilisant les fenêtres pour rappeler les écrans précédents ;
- privilégier la manipulation directe – les éléments sont affichés sous forme symbolique et l'utilisateur agit directement sur eux ;
- Laisser l'utilisateur maître de l'initiative du dialogue : la machine propose, l'utilisateur dispose ;
- élargir les possibilités d'apprentissage de l'utilisateur (modèle conceptuel, aide en ligne...).

6.3. mise en œuvre d'une Interface Homme Machine (HMI)

En utilisant toujours TIA Portal v12, nous proposons comme solution de supervision une station PC SIMATIC en utilisant le Logiciel Runtime pour visualisation basée PC (Wincc RT Advanced) et comme module de communication le IE général (coupleur IE/PN).

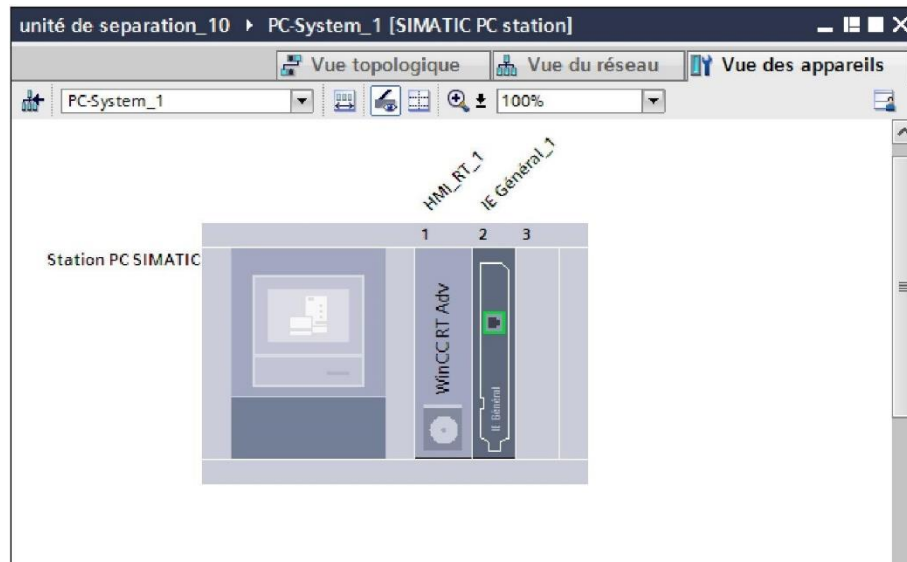


Figure IV. 18: Vue des appareils de la station PC (supervision)

La station PC communique avec l'automate avec une liaison HMI en Profinet comme montrée dans la figure ci-dessous

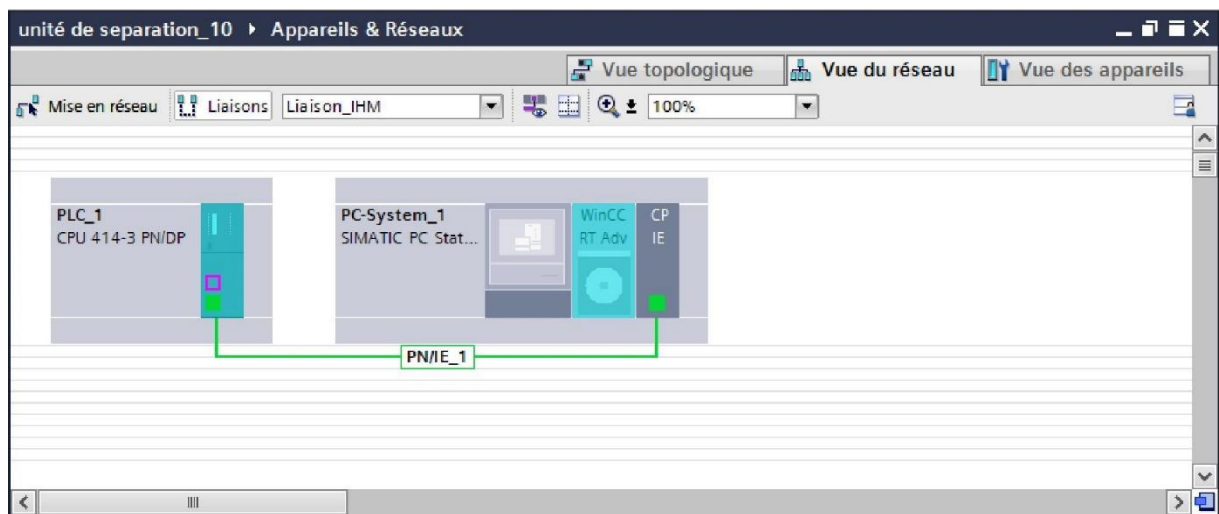


Figure IV. 19: la liaison IHM

6.4. Les vues

6.4.1. Constitution des vues

Dans Wincc, on peut créer des vues pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Pour créer des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant de représenter l'installation, d'afficher des procédures et de définir des valeurs de process.

On insère dans une vue les objets dont on a besoin pour représenter le process. On configure les objets en fonction des exigences du process. Une vue peut être composée d'éléments statiques et d'éléments dynamiques.

- Les éléments statiques, par exemple le texte et le graphique, ne changent pas au runtime.
- Les éléments dynamiques varient en fonction du processus. on visualise les valeurs de process actuelles de la manière suivante :
 - À partir de la mémoire de l'automate programmable.
 - À partir de la mémoire du pupitre opérateur, sous forme d'affichages alphanumériques, de courbes et de bargraphes.

Les champs de saisie du pupitre opérateur font également partie des objets dynamiques. Dans l'installation de mélange.

Les valeurs de process et les entrées de l'opérateur sont échangées entre l'automate programmable et le pupitre opérateur au moyen de variables.

6.4.2. Appel des vues

Afin que l'opérateur puisse appeler une vue en Runtime sur le pupitre opérateur, on doit intégrer chaque vue configurée dans la séquence de vues. Pour cela, on dispose de plusieurs possibilités :

- on se sert de l'éditeur "Vues" pour configurer dans les vues des boutons et des touches de fonction qui permettent d'appeler d'autres vues.
- On se sert de l'éditeur "Vue globale" pour configurer les touches de fonction à affectation globale.

6.4.3. Vues créées

a) modèle des vues

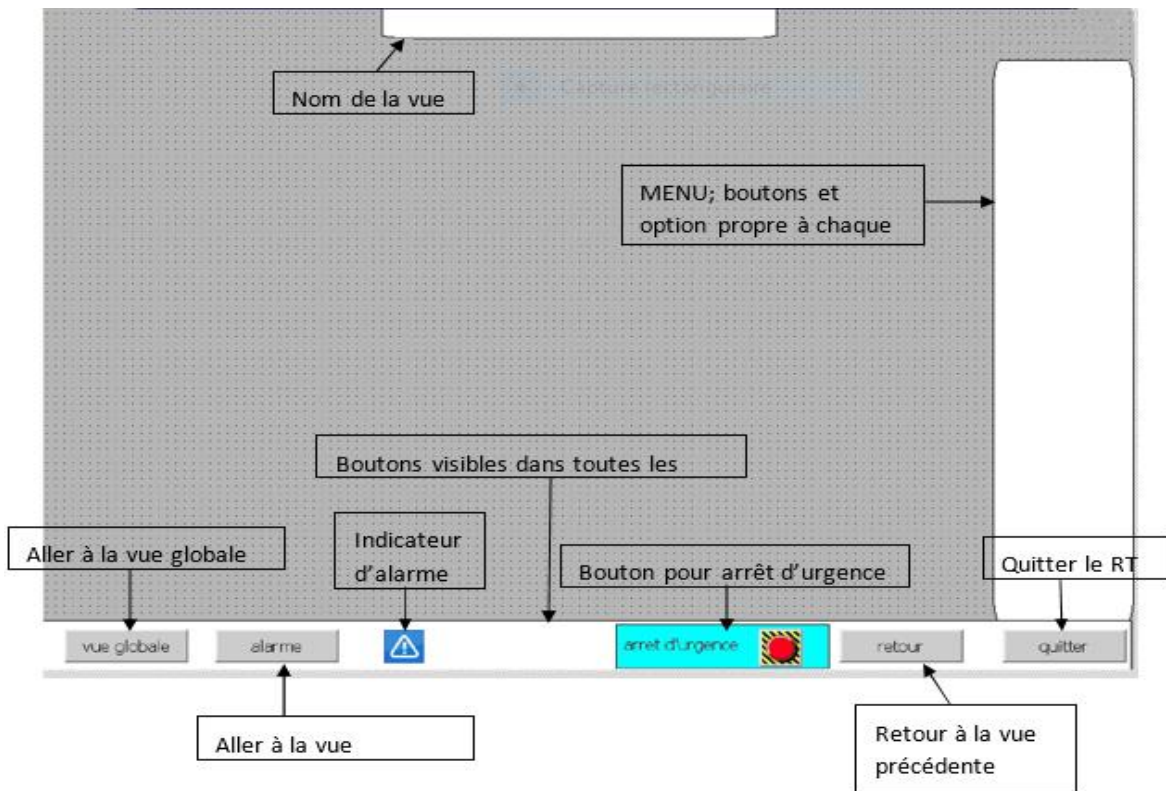


Figure IV. 20: modèle des vues

Pour notre projet nous avons créé un ensemble de vues, mais d'abord on va présenter le modèle que nous avons adopté et sur lequel se base les vues que nous avons créées.

b) Vue globale

Dans cette vue toute l'unité est représentée avec l'état de fonctionnement de chaque batterie. Nous avons configuré des boutons pour aller vers les vues de chacune des batteries soit en cliquant directement sur la batterie, soit en cliquant sur le bouton approprié dans le MENU.

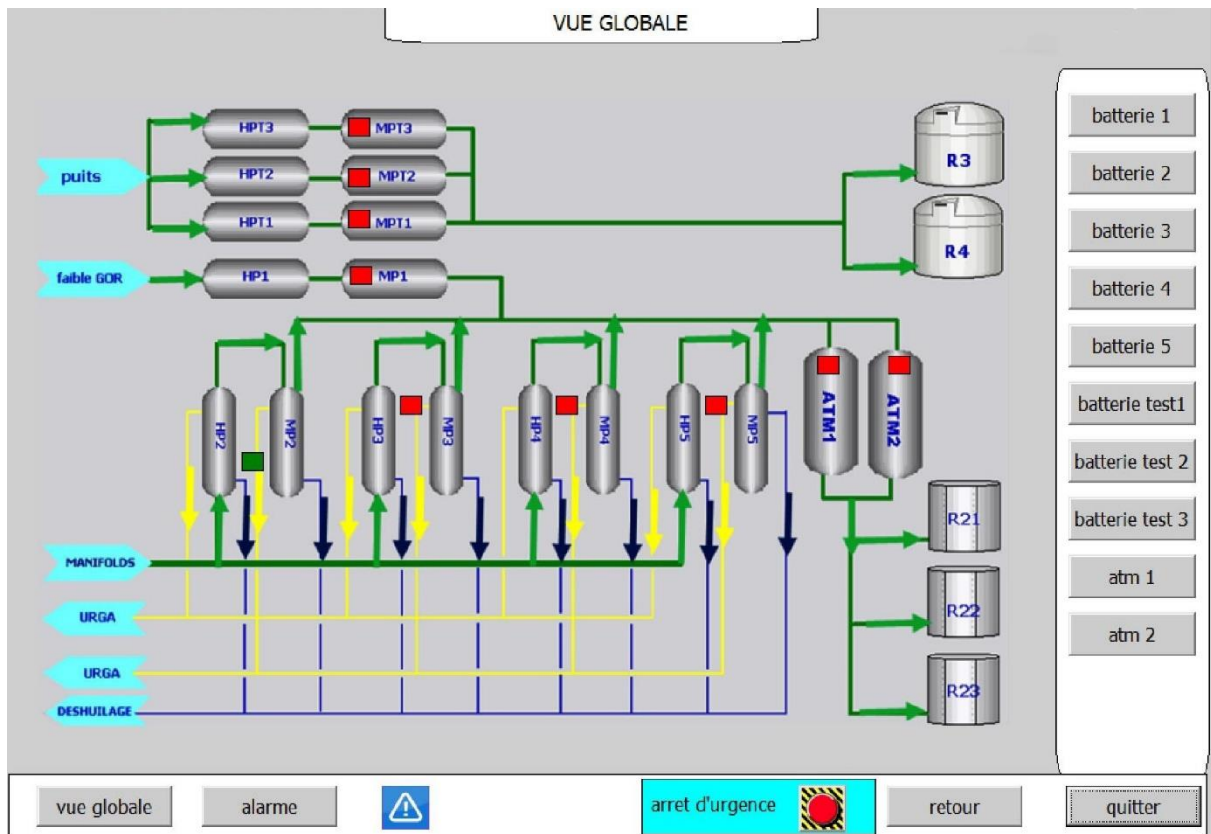


Figure IV. 21: vue globale

c) Vue batterie

Dans cette vue la batterie est représentée avec ses deux séparateurs (HP, MP). On trouve les informations suivantes :

- la position des vannes TOR (vert pour fermée et rouge pour ouverte).
- Le pourcentage d'ouverture pour les vannes régulatrices.
- Les principales mesures (niveau et pression).

Nous avons configuré des boutons pour aller vers les vues liées au séparateur soit en cliquant directement l'élément ou bien d'utiliser le MENU à droite

Dans le menu nous avons configuré aussi un bouton commande qui affiche un autre menu à partir duquel on peut lancer les différentes séquences de la batterie concernée.

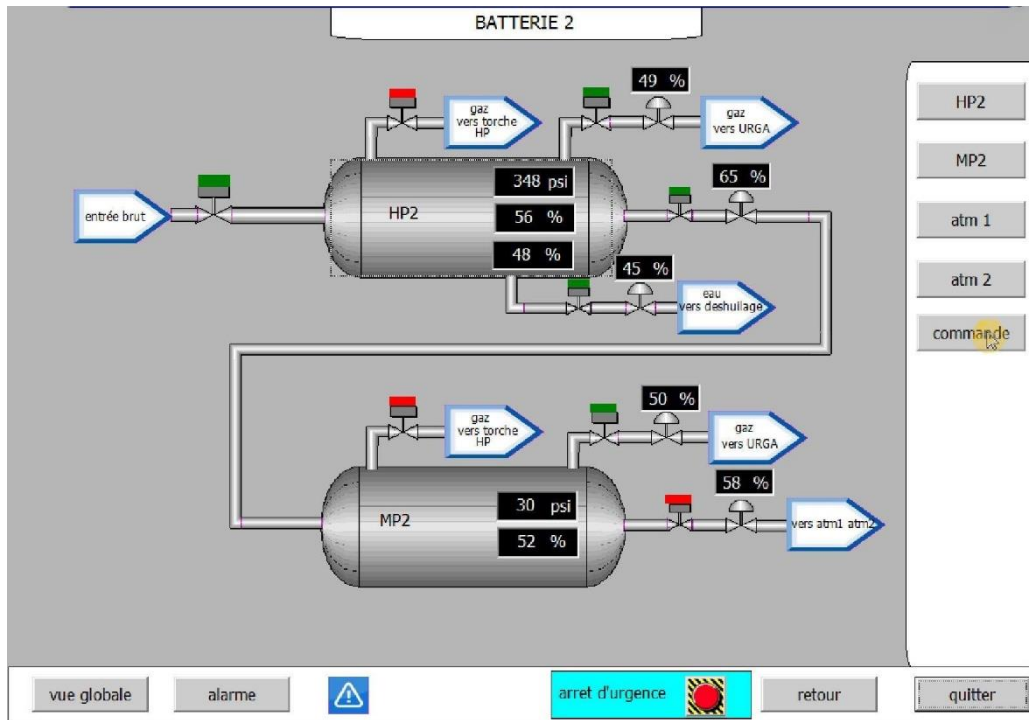


Figure IV. 22: vue batterie 2

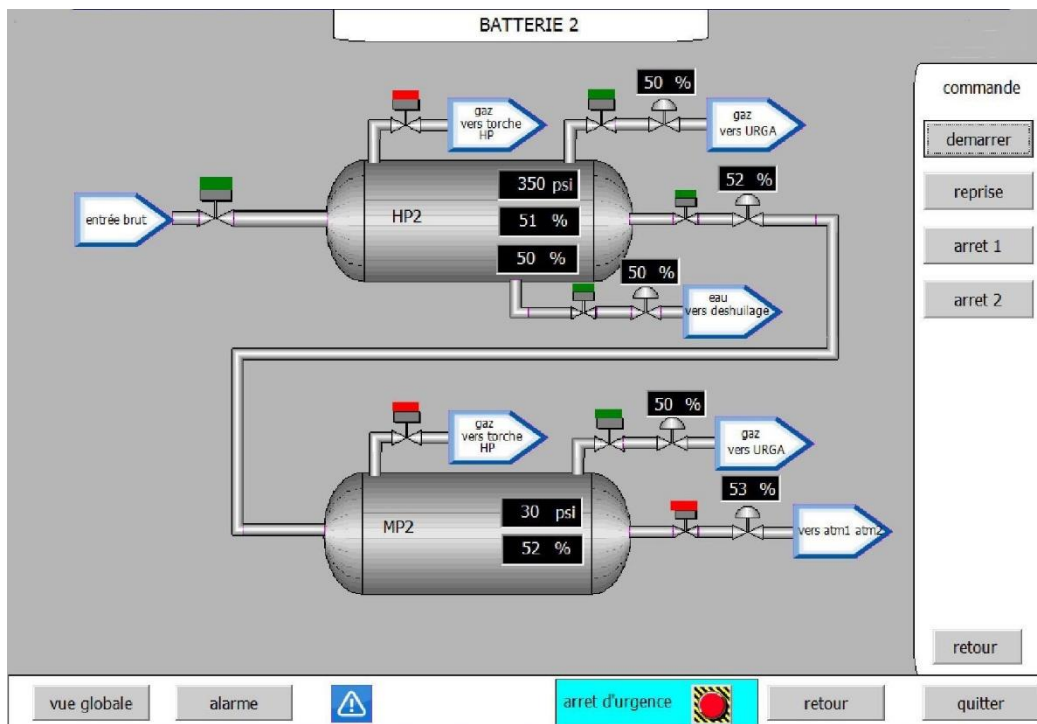


Figure IV. 23: Menu commande de la batterie 2

d) Vue séparateur HP

Dans cette vue le séparateur HPx (de la batterie x) est représenté avec toutes les informations le concernant:

- les positions des vannes TOR (vert pour fermée et rouge pour ouverte).
- Le pourcentage d'ouverture pour les vannes régulatrices.
- Toutes les mesures.
- Le mode activé pour chaque régulation (vert pour automatique et rouge pour manuel)

Avec les possibilités de contrôle suivantes:

- changer les consignes des régulations du séparateur HP (niveau du brut, niveau de l'eau, pression du gaz).
- Forcer le mode automatique ou le mode manuel et cela en utilisant le bouton "forcer A/M" qui va faire apparaître un switch pour choisir.
- Forcer l'ouverture ou la fermeture des vannes TOR (en cliquant sur la vanne qu'on veut commander un menu apparaîtra)
- changer les paramètres du régulateur PID : nous avons configuré une sécurité pour pouvoir accéder au menu correspondant. (En cliquant sur une vanne régulatrice; le nom d'utilisateur et le mode passe seront demandés pour ensuite accéder à la configuration du régulateur agissant sur la vanne).

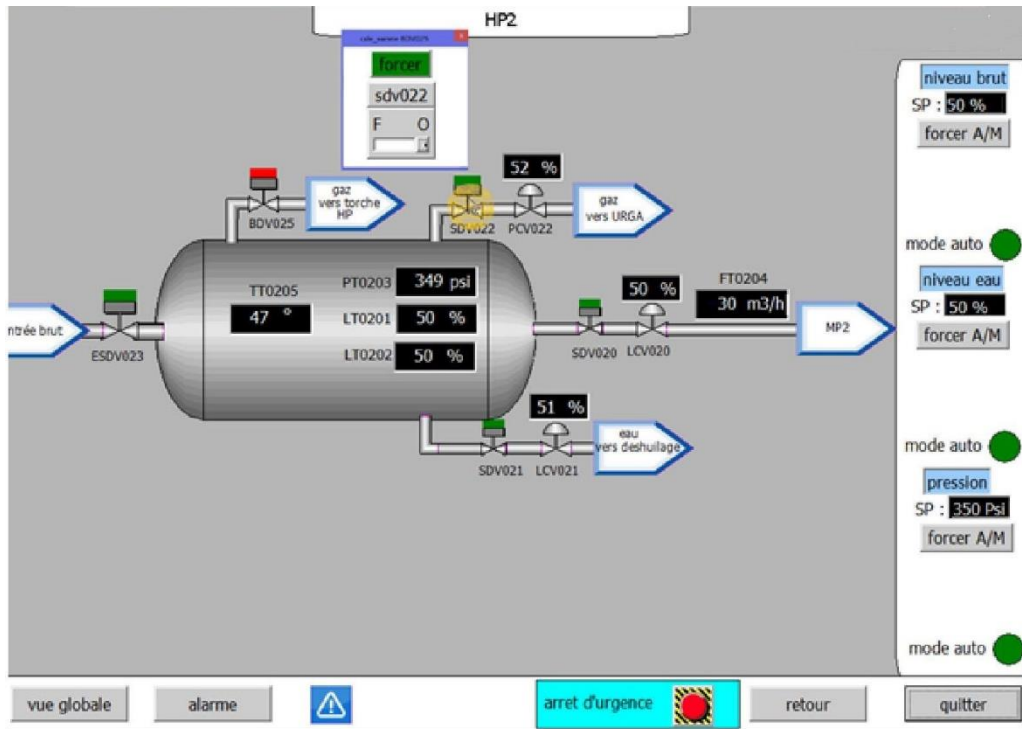


Figure IV. 24: vue HP2

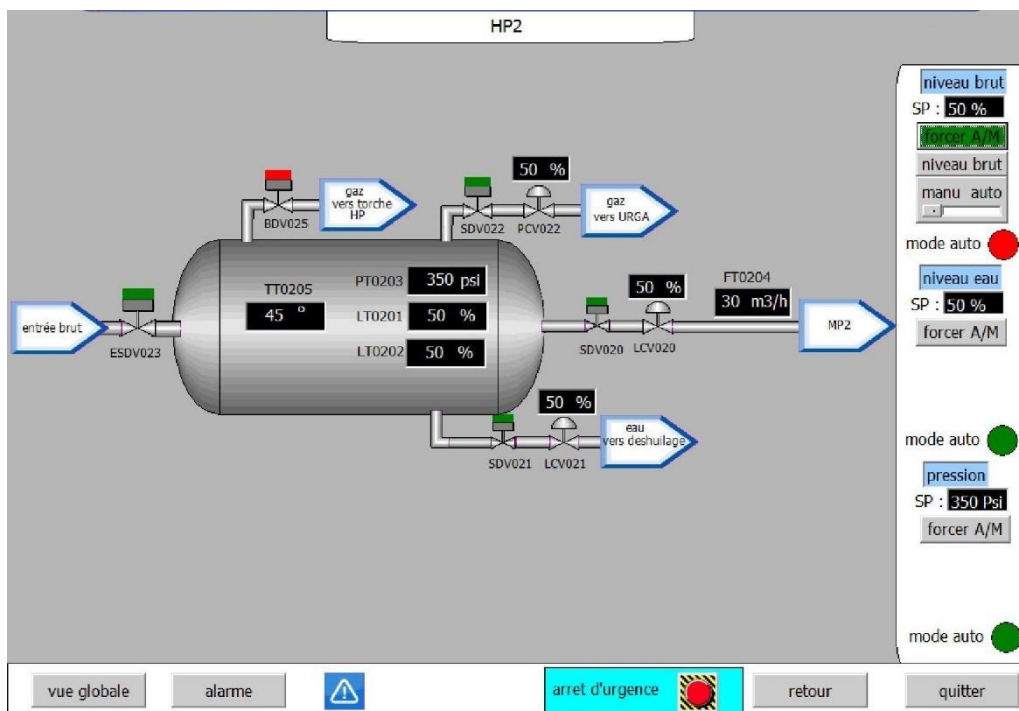


Figure IV. 25: Forcer une vanne

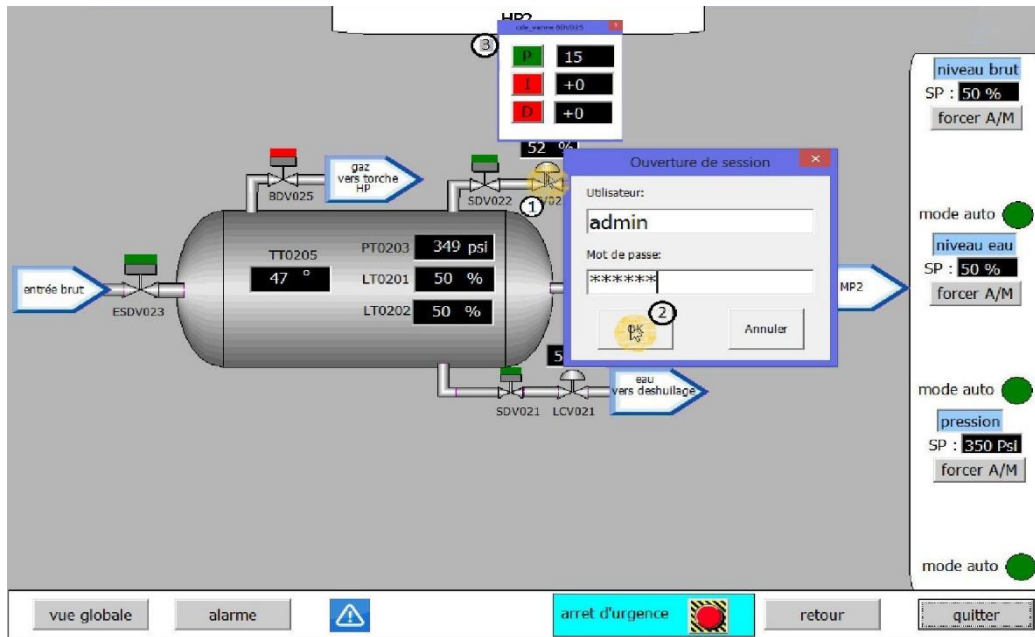


Figure IV. 26: changer les paramètres du régulateur

e) vue séparateur MP

Cette vue représente le séparateur MP de la même manière que pour le séparateur HP et offre les mêmes possibilités de contrôle.

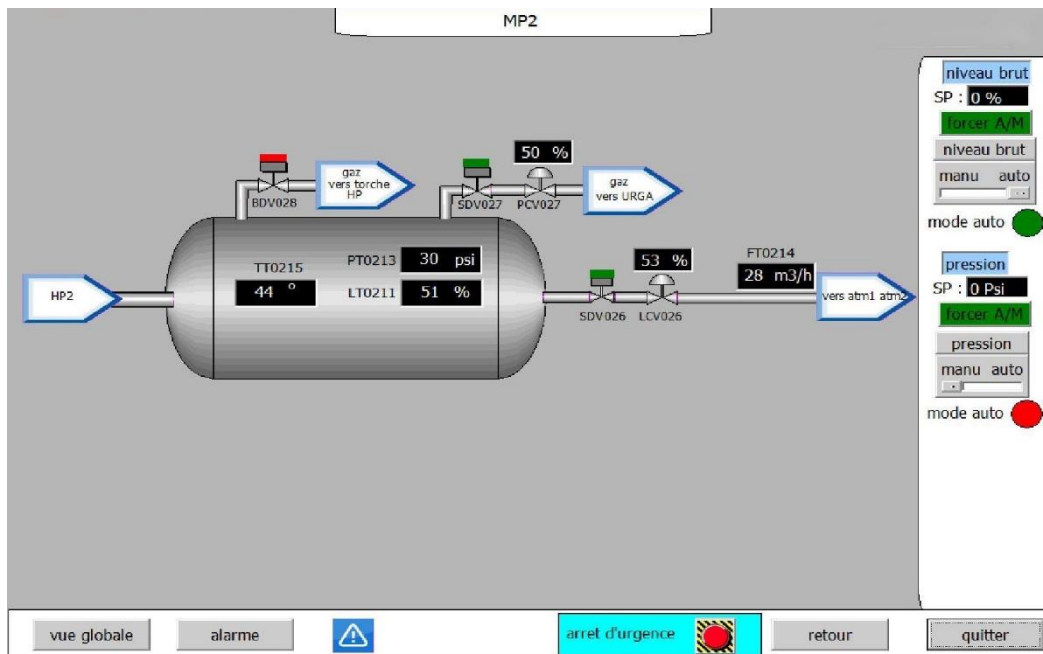


Figure IV. 27: vue MP2

f) vue d'alarme



N° : numéro de l'alarme; chaque alarme a sa configuration est associé a un numéro.

État: C'est l'état de l'alarme

- A : alarme
- AQ: alarme acquittée
- AD: alarme disparue (la condition de son activation est passée de 1 à 0).

Les couleurs:

- bleu : alarme sélectionnée - rouge : alarme normale.
- Blanc : alarme acquittée.

Le bouton loop in peut être utilisé pour activer la vue ou l'alarme sélectionnée s'est produite.

7. Conclusion

Nous avons décrit dans ce chapitre la réalisation du cahier des charges de fonctionnement de l'installation décrit dans le chapitre précédent en proposant une solution d'automatisation à base d'automate programmable Siemens S7-400. Nous avons défini également la configuration matérielle de L'API nécessaire pour la commande de l'unité. Nous avons aussi décrit le programme que nous avons développé en utilisant le TIA Portal v12. Ce progiciel avec son interface utilisateur intuitive, ses fonctions simples et sa transparence totale des données le rendant extrêmement convivial est le nouvel outil de programmation qu'offre Siemens.

En utilisant toujours TIA Portal v12, nous avons proposé une solution de supervision qui est une station PC SIMATIC en utilisant le Logiciel Runtime pour visualisation basée PC (Wincc RT Advanced).

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce travail présente une démarche générale et la procédure à suivre pour réaliser l'automatisation d'une installation donnée. L'étude de la rénovation de l'unité GPL-2 a abouti à la proposition de la mise en place de nouveaux instruments qui sont non seulement disponibles sur le marché mais qui sont aussi fiables et assurent plus de sécurité que les instruments utilisés jusqu'ici.

L'automate programmable industriel Siemens S7-400 est très performant dans les solutions globales d'automatisation, car il présente beaucoup d'avantages tels que la facilité de programmation grâce au TIA Portal v12, la flexibilité. Grâce à ce nouveau système totalement rénové, on aura résolu plusieurs problèmes en termes de contrôle, en assurant un contrôle numérique fiable, performant, également une très haute rapidité de transmission et de précision de mesure. Une contribution au niveau économique également est à recenser comme la séparation qui augmente le volume de liquide récupéré, en plus l'élimination de l'eau économise les frais de transport, et d'entretien inutile, plus de rendement est assuré, diminution du coût de maintenance pour l'entreprise ainsi la sécurité qui augmente le niveau de sécurité du personnel et de l'équipement.

Bibliographie

[01] Description de l'unité GPL-2 HASSI MESSAOUD.

[02] Fichier de présentation de l'unité GPL2, Documentation interne, GPL2,Hassi-Messaoud

[3] Cours EXP-MN-SI070 LE REGULATEUR ET SES FONCTIONS

[4] Cours EXP-MN-SI050-FR-R0 - Capteur Transmetteur

[5] SIEMENS, documentation et manuel d'utilisation de TIA PORTAL V12 « SIEMENS, Manuel produit TIA PORTAL V12 », 2012

[6] Système d'automatisation S7-400 Installation et configuration

[7] SIMATIC Programmer avec STEP 7 V5.3 Manuel

Site Internet consultés :

[8] http://fr.wikipedia.org/wiki/Hassi_Messaoud

[9] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Sonatrach>

[10] <http://www.specialautom.net/automatisme/Grafcet>