

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERRI, Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Automatique

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme

D'Ingénieur d'Etat en Automatique

Thème

***Gestion et supervision d'un
four pétrolier complexe***

Proposé par : *Mr. MADI*
Mr. HADJIDJ

Présenté par :

OUALLI Mohamed
HADDAG Samia
BRAHHIMI Said

Dirigé par : *Mr. BENSIDHOUM*

Soutenu le : 06 / 07 /2011

Promotion 2011

Ce travail a été préparé à : Organisation Ourhoud (SONATRACH)

Remerciements

Ce travail a été possible à l'aide de plusieurs personnes.

Nous remercions le grand Dieu pour la force qui nous a donné nécessaire à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier notre promoteur Mr Bensidhoum de nous avoir encadrés durant notre projet de fin d'étude. Notre sincère, totale gratitude et profonde reconnaissance de nous avoir dirigés tout en s'enrichissant de ses connaissances très bénéfiques à notre travail. Nous le remercions pour sa qualité humaine car il a su faire des moments les plus difficiles des instants de plaisir et d'apprentissage avec ses conseils judicieux.

Pour la même occasion, nous remercions tout le personnel de l'organisation Ourhoud où nous avons effectué notre stage, qui nous ont aidés en particulier nos encadreurs Mr. Madi & Mr. Hadjid, sans oublier Mr BENSADAN Hocine du département maintenance.

Nos remerciements les plus chaleureux vont également vers Mr Haddag pour son aide appréciable.

Remerciements

Nous sommes très sincèrement reconnaissants à Mr Hand pour son soutien & aide journaliers. Pour ses conseils précieux qui nous ont ouverts les yeux sur des points essentiels dans notre domaine.

Nous remercions chaleureusement les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail.

Nous remercions également l'ensemble de nos professeurs du Génie Electrique, qu'ils veuillent de trouver ici l'expression de nous sentiments les plus respectueux. Merci pour le partage de vos connaissances & savoir faire.

Par ailleurs nous tenons à remercier vivement les personnes ayant contribuées de pré ou de loin, directement ou indirectement à l'élaboration et réalisation de ce projet.

Un chaleureux remerciement à tous nous amis pour nous avoir accompagnés jusqu'à la fin du travail qui sera Inchallah à la hauteur de nos espérances.

Mon affectation la plus tendre va en particulier à mes très chers parents ALI ET SAADIA ;

Mes très chers frères HAKIM ET AHCEN ;

Mes très chères sœurs OUIZA, LYNDA, ZAHIA, SAMIRA, NOURIA, ET HAYET ;

Mes très chères belles sœurs AKILA ET FATIMA ;

Mes très chères nièces MAYA ET SARA ;

Mes beaux frères KAMEL ET KARIM ;

Je le dédie très particulièrement à HAND, KHALI AHCEN, MOHAMED BERREFFAS, ANN SOPHIE AVEART ;

Tous mes amis ;

Mes deux camarades MOHAMED et SAMIA ainsi que leurs famille et en particulier à Mr. HADDAG ;

Toute la promotion d'automatique 2010/2011 ;

Tous mes amis que je n'ai pas cités et qui sont présent dans mes pensées.

DEDICACE

Je dédie ce présent mémoire tout d'abord à mon Dieu le tout puissant qui m'a donné le courage de réaliser ce modeste travail,

A mes parents, SAADIA et ALI qui m'ont préparé le milieu pour la réussite en particulier ma très chère mère qui ma soutenu et aidé durant tout le long de mon parcours,

A la personne à laquelle je suis très reconnaissant pour son aide appréciable et inoubliable Mr Talem Hand et à toute sa famille, je le remercie vivement, merci Hand,

A mes chers frères notamment Kaci qui est là pour moi quand je n'avais besoin, Hakim, Mokrane et son épouse, Amar, son épouse et ses enfants ; RANIA. ISLAM et ABDELLAH,

A mes chères sœurs ; Ouardia, Malika, Fazia, Samia et nassima.

A mon trinôme Said et Samia avec lesquelles j'ai partagé ce travail, les bons et mauvais moments et leurs familles ,

Toute l'équipe de l'organisation Ourhoud en tout particulièrement Mr Haddag,

A mes oncles et tantes, mes grands pères et mères

A mes cousins Said , Rezki, Kamel, ,pour leurs encouragements,

A mes très bons amis (es) qui m'ont relevé le moral ; Dada Younes puis Younes pour sa présence et son aide, Bourasse, Djaffar, Khali Ahcen, Rabéa ,Karim

DEDICACE

A toutes la promotion d'automatique 2011, tout particulièrement à mes amis de la promotion avec lesquelles j'ai en d'agréables moments et appris beaucoup de choses, Mustapha, chérif, Amar Pucci,.....

A toutes personnes (dont le nombre et très élevé de les cité ici) et qui sont présent dans mes pensées et ayant contribué de prés ou de loin, directement ou indirectement à l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail avec l'affectation la plus tendre à :

Mes chers parents AHMED & DALILA qui m'ont soutenue, encouragée et guidée dans le droit chemin ;

Mes frères Hamza & Brahim ;

Mes sœurs Nadine, Djo & mon adorable petite sœur Mélissa.

Ma grand-mère TASSADIT qui m'a apportée une aide morale appréciable ;

Tous mes amis filles & garçons : l'adorable Saliha, Biba, Kahina, Yamina, Sofiane, Lyes ;

A toute personne ayant contribué à la réalisation de ce travail ;

A toute la promotion d'Automatique 2010/2011 ;

A mes deux binômes avec lesquels j'ai partagé les taches difficiles afin de mettre en valeur nos efforts & nos connaissances ;

A une personne très chère à mes yeux Elghali Neggal ;

Espérant d'être à la hauteur de leurs espérances.

Table des matières

| | |
|--|----|
| Introduction générale..... | 1 |
| <i>Chapitre I : Généralité sur le champ Ourhoud</i> | |
| 1.1 Introduction..... | 4 |
| I.2 présentation de lieu de stage..... | 4 |
| I.2.1 Historique du Champ Ourhoud..... | 4 |
| I.2.1.1 Localisation du champ Ourhoud..... | 4 |
| I.2.1.2 Découverte du gisement..... | 5 |
| I.2.1.3 Quelques Dates clés..... | 5 |
| I.3 Historique de développement..... | 5 |
| I.3.1 Composition du champ Ourhoud..... | 6 |
| I.4 Organigramme du champ Ourhoud..... | 7 |
| I.5 Fonctionnement du champ Ourhoud..... | 8 |
| I.5.1 Le processus d'exploitation du pétrole | 8 |
| I.5.1.1 Puits producteurs d'huile..... | 9 |
| I.5.1.2 Satellites..... | 9 |
| I.5.1.3 Le CPF (Installations PROCESS..... | 11 |
| I.6 Traitement du pétrole brut (au CPF)..... | 12 |
| I.6.1 Description des éléments de CPF entrant dans le traitement du brut.... | 13 |
| I.6.1.1 Slug-catcher..... | 13 |
| I.6.1.2 Séparateur 1 ^{er} étage..... | 13 |

Table des matières

| | |
|--|----|
| I.6.1.3 Séparateur 2ème étage | 14 |
| I.6.1.4 Dessaleurs..... | 14 |
| I.6.1.5 Colonnes de stabilisation (stripper)..... | 15 |
| I.6.1.6 Le four | 15 |
| I.7 Les bacs de stockage..... | 15 |
| I.7.1 Exportation du pétrole brut et lignes d'expédition..... | 16 |
| I.7.2 Système de produit hors spécification..... | 17 |
| I.8 Conclusion..... | 17 |
| <i>Chapitre II : Automates programmables industriels SIEMENES</i> | |
| II.1 Historique..... | 18 |
| II.2 Définition générale..... | 19 |
| II.3 Architecture des automates programmables industriels..... | 19 |
| II.4 Structure interne des automates programmables | 21 |
| II.4.1 Le processeur..... | 22 |
| II.4.2 Les modules d'entrées/sorties..... | 22 |
| II.4.3 Les mémoires | 22 |
| II.4.4 L'alimentation | 23 |
| II.4.5 Liaisons de communication | 23 |
| II.5 Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS..... | 25 |
| II.5.1 Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC a SIMATIC S7..... | 25 |
| II. 5.2 Description du STEP7..... | 27 |
| II.6. Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée..... | 31 |

Table des matières

| | |
|--|----|
| II.7.Exemple de Création et d'édition d'un projet S7..... | 33 |
| II.7.1 Création du projet dans SIMATIC Manager | 39 |
| II.7.2 Configuration matérielle (Partie Hardware)..... | 41 |
| II.7.3 Création de la table des mnémoniques (Partie Software)..... | 42 |
| II.7.4 Elaboration du programme S7 (Partie Software)..... | 44 |
| II.7.5 Chargement dans le système cible à partir de la PG/PC..... | 51 |
| II.7.6 Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel..... | 52 |
| II.8 Conclusion | 53 |

Chapitre III : Le réseau local industriel PROFIBUS

| | |
|--|----|
| III.1 Introduction..... | 54 |
| III.2 Définition élémentaire..... | 54 |
| III.3 Définitions et normalisations PROFIBUS..... | 55 |
| III.4 Variantes du réseau..... | 56 |
| III.4.1 PROFIBUS-DP (Decentralized Peripheral) | 57 |
| III.4.2 PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification)..... | 57 |
| III.4.3 PROFIBUS-PA (Process Automation)..... | 57 |
| III.5 Principe d'accès au BUS..... | 58 |
| III.6 Structure des télégrammes | 59 |
| III.7 Les techniques de transmissions | 59 |
| III.7.1 Transmission RS 485..... | 59 |
| III.7.2 Transmission optique..... | 59 |
| III.8 Conclusion..... | 60 |

Chapitre IV : Supervision avec WICC

| | |
|------------------------|----|
| IV. Introduction | 61 |
|------------------------|----|

Table des matières

| | |
|--|----|
| IV.1. Emplacement de la supervision | 61 |
| IV.2. Constitution d'un système de supervision | 61 |
| IV.3. Module de visualisation | 62 |
| IV.4. Module d'archivage..... | 62 |
| IV.5. Module de traitement | 62 |
| IV.6. Module de communication | 62 |
| IV.7. Apport de la supervision | 63 |
| IV.8. Application développée sous WinCC | 63 |
| IV.9. Procédure de programmation avec application..... | 64 |
| IV.10. Conclusion | 68 |
| <i>Chapitre V : Gestion du four et développement d'un Superviseur</i> | |
| V - Introduction..... | 69 |
| V-1 Description du système | 69 |
| V-2 Instrumentation du four | 69 |
| V-2-1 Commutateurs de manœuvre et lampes de signalisation sur le LCP | 71 |
| V-2-2 Instrumentations sur la ligne Gaz pilote..... | 73 |
| V-2-3 Instrumentations sur la ligne Brute..... | 74 |
| V-2-4 Instrumentations sur la ligne Gaz Bruleur..... | 75 |
| V-2-5 Air instrument | 76 |

Table des matières

| | |
|--|-----|
| V-2-6 Analyseur d'Oxygène..... | 76 |
| V-2-7 Instruments A l'intérieur du Four..... | 76 |
| V-2-8 Damper (Registre)..... | 76 |
| V-2-9 Instrumentations à la sortie du Four..... | 77 |
| V-3 Aperçu du réchauffeur (principaux composants)..... | 78 |
| V-4 Travaux de préparation avant mise en route..... | 83 |
| V-4-1 Exploitation du réchauffeur..... | 85 |
| V-4-2 Préparation avant démarrage..... | 85 |
| V-4-2-1 Réglage initial des registres /volets | 85 |
| V-4-2-2 confirmation de la disponibilité de fuel gaz | 86 |
| V-4-3 Opération de démarrage..... | 86 |
| V-4-4 Arrêt normal (désiré) | 94 |
| V-4-5 Système de déclenchement maitre d'alimentation en fuel (Master Fuel Trip –MFT)..... | 95 |
| V-4-6 Arrêt d'urgence manuel..... | 96 |
| V-4-7 Alarme commune..... | 99 |
| V-4-7-1 Réarmement manuel en cas de déclenchement d'une alarme commune..... | 100 |
| V-5 Conclusion | 100 |
| Conclusion générale..... | 101 |

Abréviation

AI Analogue Input

AO Analogue Output

API Automates Programmable Industrial

BDV Blew-Down Valve

BMS Burner Management System

CCR Control Control Room

CPF Control Processing Facilities

CPU Central Processing Unit

DCS

DI Digital Input

DO Digital Output

EEPROM Erasable Effaceable Programmable ROM

ESDV Emergency Shut-Down Valve

FB Bloc de fonction

FC Fonction

FE Flow Element

FMS Fieldbus Message Specification

FT Flow Transmitter

HS Hand Switch

HIC Hand Indicator Controller

HMI Human Machine Interface

LCP Local Control Pane

LS Limit Switch

LOG Langage à base de logigramme

LIST Langage de liste d'instructions

MPI Multi Point Interface

MFT Master Fault Trip

Abréviation

OB Bloc d'Organisation

PIC Pressure Indicator Controller

PROFIBUS Process Field Bus

PS Power Supply

PT Pressure Transmitter

PV Pressure Valve

RAM Random Access Memory

ROM Read Only Memory

SDV Shut-Down Valve

SFB Bloc des fonctions spéciales

SFC Bloc Programme pour le langage évolué textuel

SIEMATIC Siemens Automatic

SM Gamme des modules Entrées/Sorties des automates Siemens

S7 Step 7

TDI Temperature Differential Indicator

TT Temperature Transmitter

VAT La table de variable dans SIMATIC Manager

WAG Water Alternating Gas

LISTES DES FIGURES

Figure II 1 : Le sigle de la société Siemens [18]

Figure II 2 : L'automate programmable Siemens [21]

Figure II 3 : Structure interne d'un API [21]

Figure II 4 : Présentation de la gamme de SIMATIC [24]

Figure II 5 : L'API S200 [25]

Figure II 6 : L'API S300 [25]

Figure II 7: L'API S400 [26]

Figure II 8: La gamme SIMATIC C7 [26]

Figure II 9 : La gamme SIMATIC M7 [27]

Figure II 10 : Mode de représentation des langages de programmation STEP7 [29]

Figure II 11 : Logiciel de simulation PLC-SIM [31]

Figure II 12 : Choix du mode de fonctionnement dans la première application [34]

Figure II 13 : Le fonctionnement en mode manuel dans la première application [35]

Figure II 14 : Le fonctionnement en mode automatique dans la première application [35]

Figure II 15 : La chaîne de remplissage à automatiser [37]

Figure II 16 : Le coffret SIDEMO pour S300 [38]

Figure II 17 : Le SIMATIC Manager [40]

Figure II 18 : Configuration matérielle [41]

Figure II 19 : Création de programme dans SIMATIC Manager [42]

Figure II 20 : Table de mnémonique relative à le chaîne de remplissage [43]

Figure II 21 : Vue d'ensemble des programmes dans SIMATIC Manager [45]

Figure II 22 : Diagnostic du matériel [52]

Figure II 23 : Les sept couches du modèle OSI [56]

Figure II 24 : Classification des réseaux PROFIBUS [57]

Figure II 25 : Principe d'accès au BUS [58]

Figure II 26 : Principe de communication [62]

Introduction Générale

Introduction Générale :

La compétitivité des entreprises impose un recours à la fois fréquent et intensif à des technologies de production avancées, dans une mesure de plus en plus importante par l'exploitation optimale des moyens humains et matériels dans l'industrie.

Les méthodologies traditionnelles de conception des systèmes montrent leurs limites dans différents cas pour lesquels les spécifications sont amenées à évoluer rapidement, les éléments technologiques de réalisation étant souvent pris en compte trop tôt dans le travail d'étude, limitant la versatilité des développements. Les entreprises doivent alors capitalisées au maximum les efforts menés dans les phases amont de spécification pour optimiser les temps d'étude.

Face à cette situation l'automatisation de la productique consiste à transférer tout ou partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains dans un ensemble d'objets techniques appelés partie commande. La productique et la complexité des opérations à exécuter, conduisent à la mise en œuvre de dispositifs et systèmes pour l'automatisation des ateliers de fabrication ou de production.

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

Introduction Générale

développement et aux larges possibilités d'interconnexions.

Le domaine de l'hydrocarbure parmi d'autres, est témoin de cette révolution, et de nombreuses sociétés algériennes (Sonatrach, Hydro-Aménagement, ...etc.), orientées dans le stockage, l'épuration et la distribution de l'eau ou de pétrole, cherchent à se procurer cette solution d'automatisme au niveau de leurs stations de pompages et de traitements. SIEMENS est une firme compétitive, procurant ce type de service industriel.

Notre travail consiste à étudier une séquence BMS (Bruner Management System), et développement d'un simulateur, englobant l'essentiel des systèmes que nous puissions trouver dans une station de chauffage, Cette solution sera à base d'automate programmable industriel SIEMENS (S7-300) qui gère la station du point de vue contrôle du variateur, gestion des électrovannes, contrôle de pression, régulation du débit, et diagnostic du système. La communication entre les principaux éléments sera via le réseau industriel PROFIBUS

Le présent mémoire est articulé en cinq chapitres complémentaires :

Le premier chapitre est dédié à la présentation du procédé industriel. Nous avons commencé par un aperçu sur le domaine des hydrocarbures on présentant un champ pétrolier, par la suite nous sommes intéressés à la station très intéressante qui est la station de chauffage.

La méthode de l'automatisation fait l'objet deuxième chapitre qui traite les connaissances de base. Après une brève description de toute la gamme SIMATIC S7 des automates SIEMENS, on aborde l'environnement de développement STEP7. Pour mettre en relief cet environnement, on traite une application en décrivant les différentes étapes pour la création de ce

Introduction Générale

projet.

Le troisième chapitre présente l'automate dans son milieu industriel et ses besoins de communications, suivi d'une description pour le réseau local industriel PROFIBUS. Après une présentation de ses différentes variantes FMS, PA et DP.

L'exploitation visuelle dans les milieux industriels n'a pas été oubliée dans le quatrième chapitre. Une présentation du logiciel Win CC flexible de SIEMENS sera abordée, en vue de configurer une interface Homme/Machine nécessaire à la commande, le diagnostic et la visualisation à distance.

Ces trois derniers chapitres constituent une préparation au projet qui nous a été soumis. Le dernier chapitre présente une étude sur la gestion d'une station de chauffage et développement d'un simulateur, cette solution sera à base d'automate programmable industriel SIEMENS, pour la régulation et le contrôle de tous les paramètres et grandeurs de la station.

Et enfin on termine par une conclusion générale pour ce mémoire rappellera les différentes étapes du travail et les principaux résultats obtenus concernant l'automatisation avec les automates programmables, aussi qui montre les difficultés qu'un étudiant à ses débuts peut rencontrer, des enseignements qu'il en tire, sans oublier les perspectives.

Chapitre I

Généralité sur le Champ Ourhoud

I. 1 Introduction :

Le pétrole est une source d'hydrocarbure abondante, pratique et facilement commercialisable. Nombre de ses dérivés peuvent aujourd'hui être synthétisés à partir d'autres ressources naturelles voire renouvelables mais les industries chimiques se sont longtemps focalisées sur le pétrole et ses dérivées car le développement industriel s'est largement basé essentiellement sur le pétrole.

Pour des raisons pratique et d'opportunité de marché aujourd'hui, on se rend compte des conséquences de ce choix.

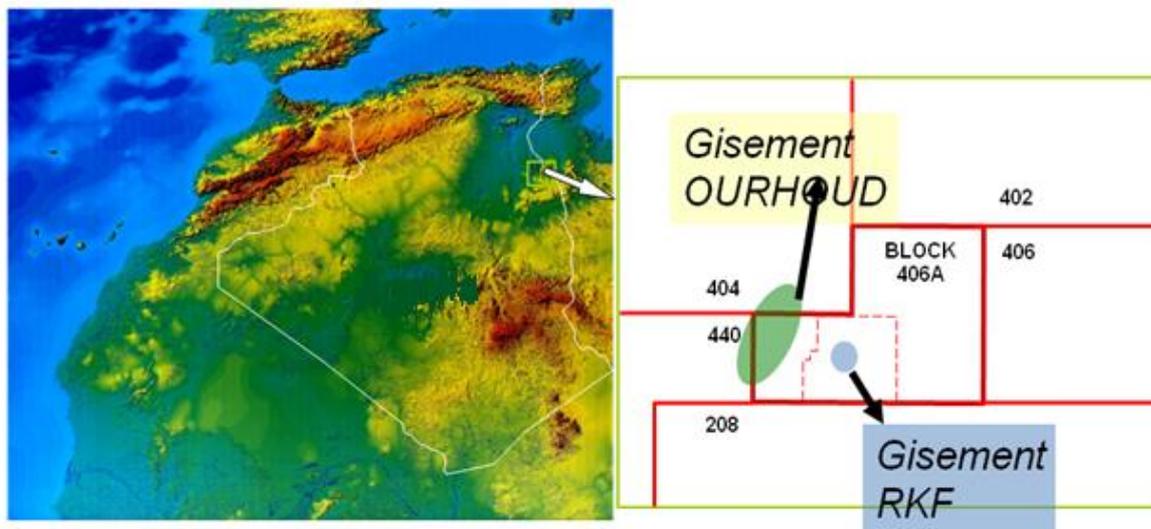
L'huile doit respecter certaines normes pour pouvoir la circuler et l'expédier, en plus les hydrocarbures sont des composants chimiques dangereux, ce qui fait appel à une sécurité de haut niveau. Le groupement Ourhoud a opté pour des équipements et systèmes de contrôles électroniques de technologie très avancée.

I.2 Présentation de lieu de stage :

I.2.1 Historique du Champ Ourhoud

I.2.1.1 Localisation du champ Ourhoud

Le champ du pétrole Ourhoud, situé dans le désert du Sahara aux environs de Hassi Berkine au sud de l'Algérie, a approximativement 20 Km de long sur 4 Km de large. Il fut découvert en juillet 1994. Il est le deuxième plus grand gisement en Algérie.



I.2.1.2 Découverte du gisement

Trois contrats d'association ont abouti à la découverte du gisement du pétrole brut qui s'étend sur trois blocs d'exploration :

- SH-ANADARKO, bloc 404 signé le 23-10-89
- SH-CEPSA, bloc 406 signé le 26-05-92
- SH-LL et E, bloc 405 signé le 24-11-92

I.2.1.3 Quelques dates clés

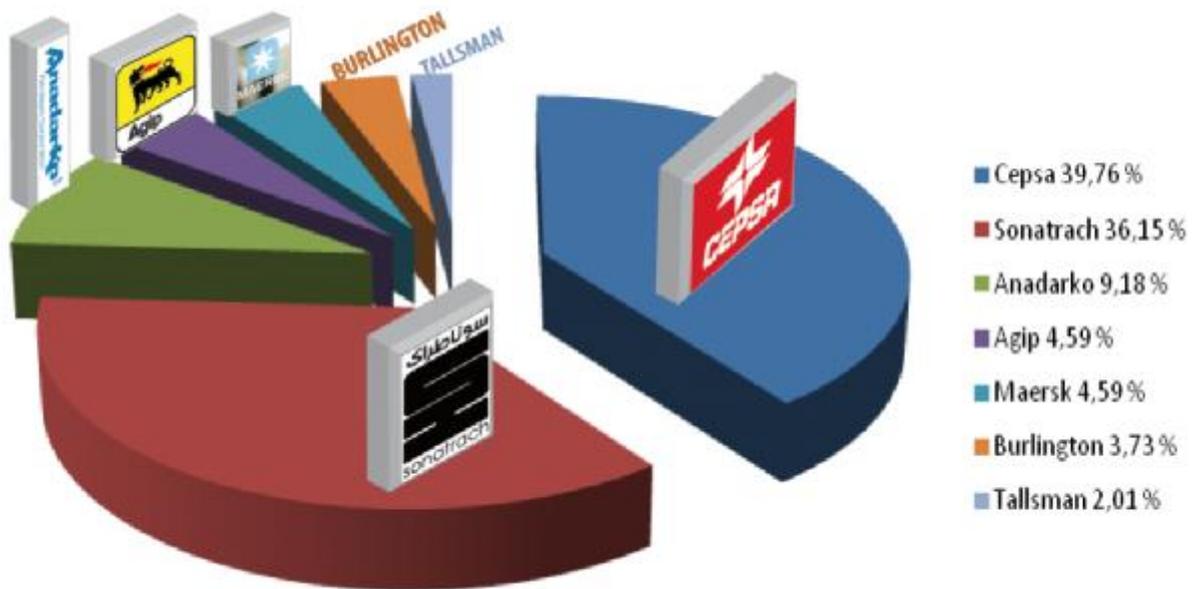
- Le 01 juillet 1997: Création de l'Organisation Ourhoud (Opérateur délégué SONATRACH).
- Le 21 avril 1999: Attribution du permis d'exploitation par le ministère.
- Le 19 août 1999: Lancement de l'appel d'offres EPC.
- Le 25 Mars 2000: Travaux de préparation du site (plateformes, routes, puits d'eau, piste d'atterrissage) par GCB, ERGTS et ENAGEO.
- Le 10 Août 2000: Signature du Contrat EPC avec JGC/INITEC (Montage ENGTP).

I.3 Historique de développement :

L'Organisation Ourhoud créée en 1997 et le début de production est en 2003. Les partenaires ont conçu l'Organisation Ourhoud comme un instrument

doté de pouvoirs et procédures fiables approuvées par toutes les parties et l'ont dotée de moyens matériels et avec du personnel de haut niveau pour assurer son efficacité. L'Organisation Ourhoud a su tirer profit de toutes les expériences acquises par Sonatrach et les partenaires (Anadarko, Cepsa, Agip, Maersk, Burlington Ressource, Talisman) au bénéfice du projet.

OURHOUD est un champ pétrolier, développé par Sonatrach en partenariat avec six compagnies étrangères, dans la mesure où le gisement chevauche trois blocs. Sur le bloc 404, Sonatrach est associée à l'Américaine Anadarko (qui a comme associés Agip et Maerk). Sur le bloc 406, la compagnie nationale est associée à l'espagnole Cepsa. Tandis que sur le bloc 405, elle est associée à Burlington Ressource (qui a comme associé Talisman).



Ce schéma illustre le taux de possession en pourcentage de chaque compagnie.

I.3.1 Composition du champ Ourhoud :

Le champ pétrolier de l'organisation d'Ourhoud comprend ;

Ø 53 puits de production d'huile ,

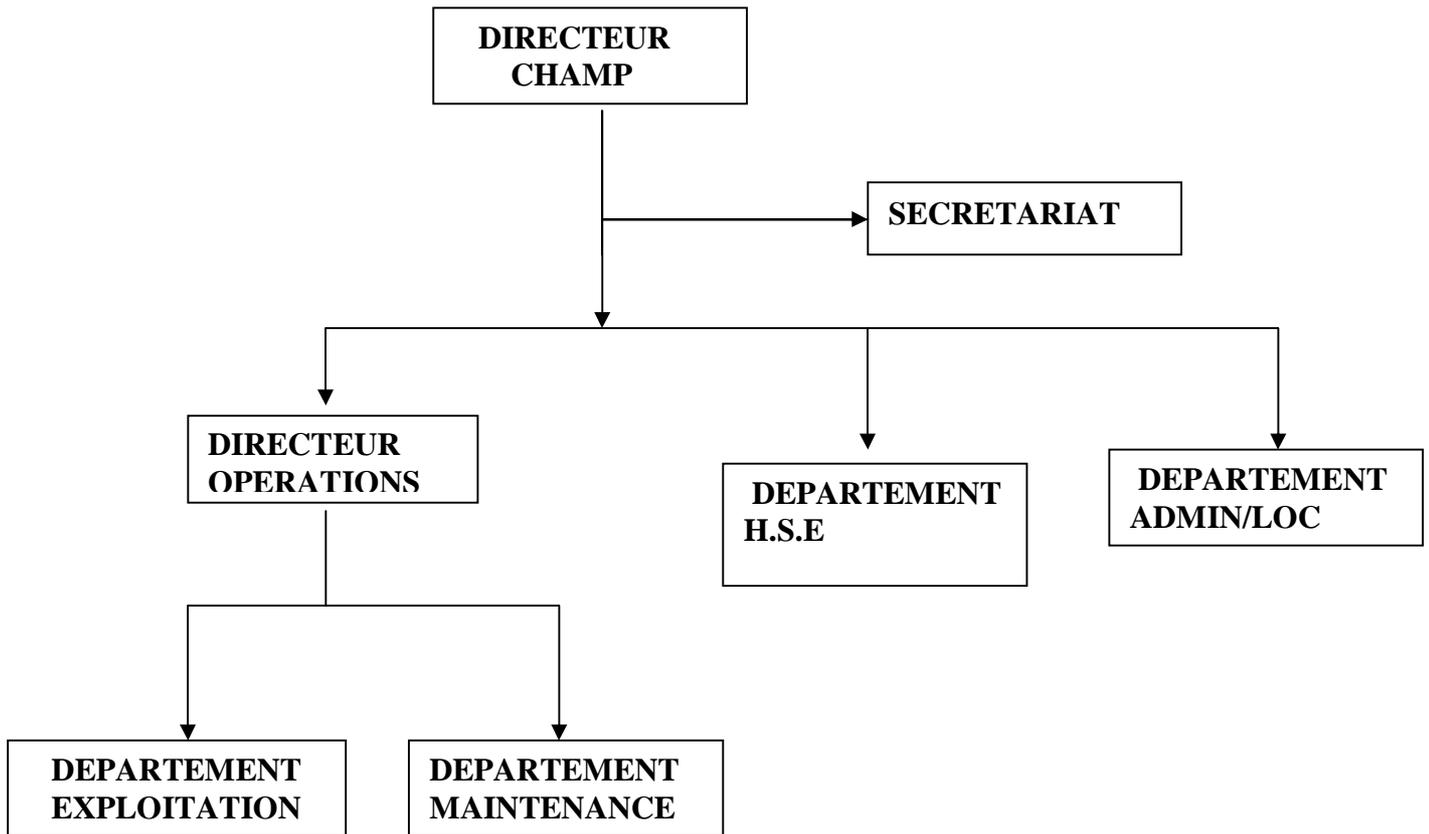
- Ø 09 puits injecteurs de gaz (02 en WAG),
- Ø 39 puits injecteurs d'eau,
- Ø 09 puits producteurs d' eau de l' ALBIEN/BAREMIEM,
- Ø 10 puits producteurs d' eau du MIOPLIOCENE,
- Ø Un centre de traitement de brut (CPF),
- Ø Un réseau de collecte et desserte,
- Ø Une base industrielle,
- Ø Une base de vie pour le personnel OURHOUD,
- Ø Une base de vie pour le personnel de sous traitance.

I.4 Organigramme du champ Ourhoud :

La direction d'organisation d'Ourhoud fait partie de la division production de l'entreprise SONATRACH. Elle est chargée du pétrole et le traitement de gaz associé au champ d'Ourhoud et la gestion de toute la division qui est rattachée. Parmi les différents départements existe aussi dans la direction :

- Département exploitation,
- Département maintenance,
- Département H.S.E,
- Département administration locale.

Comme le montre la figure suivante ;



I.5 Fonctionnement du champ Ourhoud :

I.5.1 Le processus d'exploitation du pétrole :

Le brut sortant du gisement passe par trois points principaux :

- Ø Les têtes de puits,
- Ø Les satellites,
- Ø Le CPF (Central Processing Facility), où il sera traité.

I.5.1.1 Puits producteurs d'huile

Voilà, une image montrant la tête d'un puits producteur d'huile.



I.5.1.2 Satellites

Il y a sept (7) stations satellites en service. Leur but est la collecte intermédiaire d'huile, de gaz et d'eau de plusieurs puits ainsi que la distribution d'eau et de gaz d'injection.

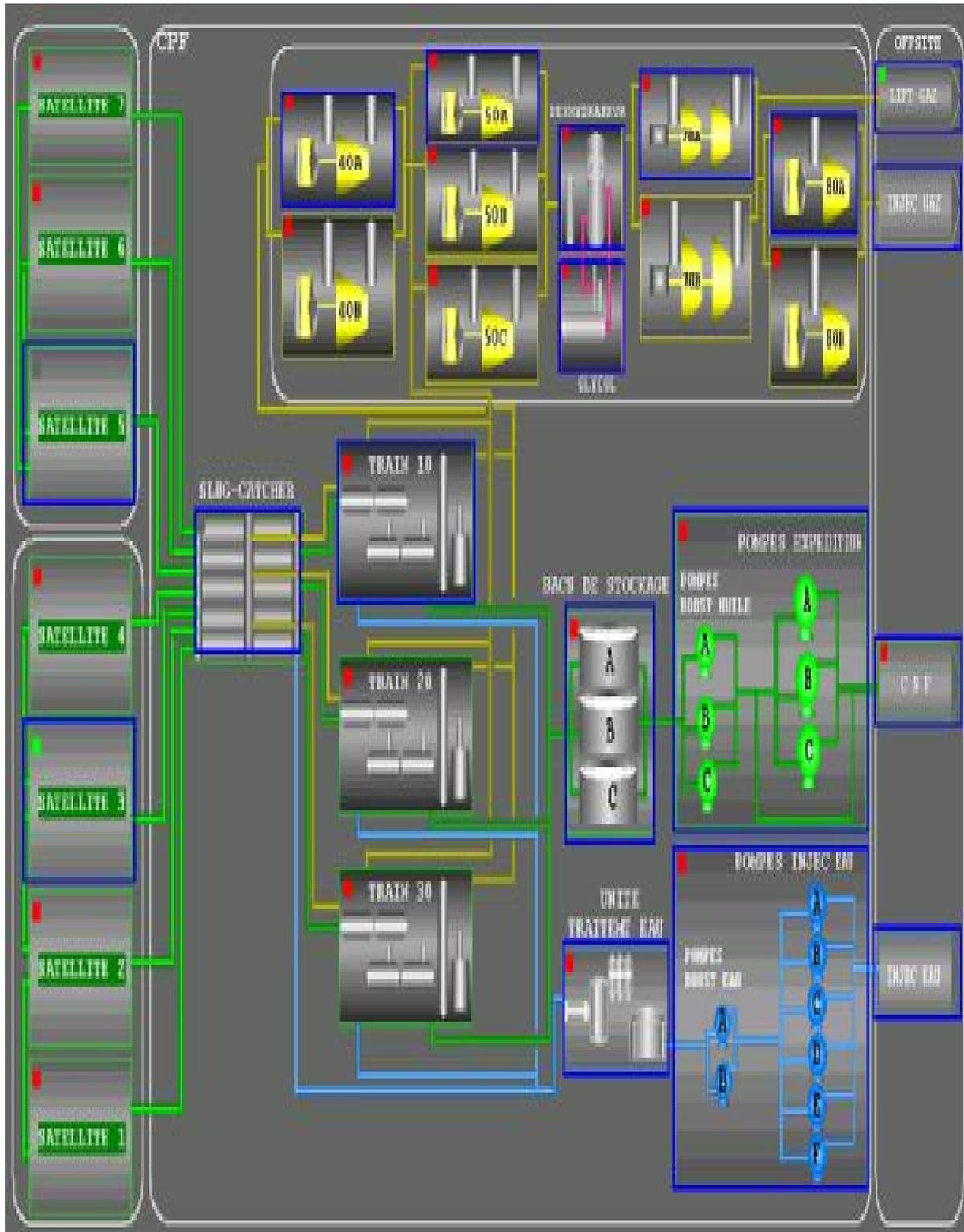
Des installations de test (Débitmètres Multiphasiques) sont disposées à chaque station satellite.

Des lignes principales de collecte transportent les effluents des puits de chaque station satellite vers la station CPF pour le traitement.



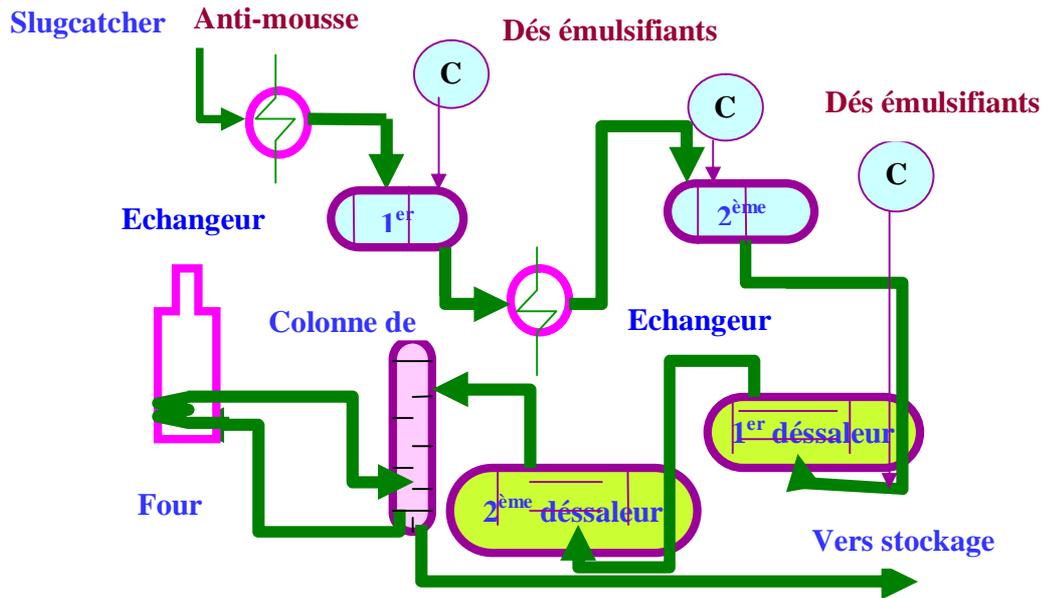
I.5.1.3 Le CPF (Installations PROCESS)

Voilà une image montrant une vue générale process du CPF.

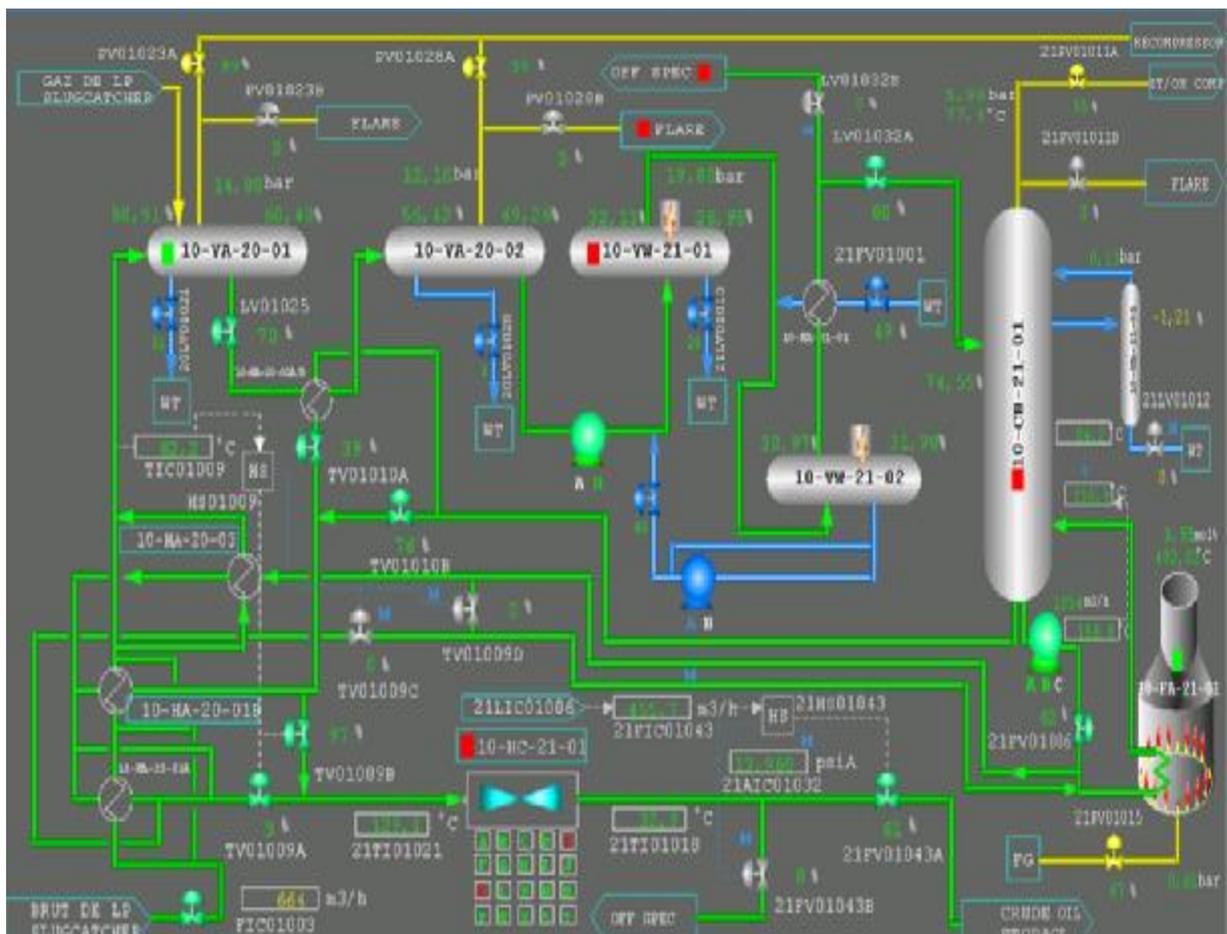


I.6 Traitement du pétrole brut (au CPF) :

Les différentes étapes de traitement du brut jusqu'à son expédition sont schématisées dans le schéma qui suit ;



Synoptique du train 10



Le pétrole brut provenant des différents puits arrive au CPF à travers 7 satellites, les arrivées des 7 satellites seront collectées au niveau d'un récupérateur de bouchons liquides (Slug catcher). Il passe par 3 trains composés chacun de :

- Ø Un séparateur (huile / gaz / eau) 1er étage et 2ème étage,
- Ø Un dessaleur électrostatique 1er étage et 2ème étage,
- Ø Un stabilisateur de brut par distillation atmosphérique,
- Ø Un four rebouilleur (Objet de notre étude).

I.6.1 Description des éléments de CPF entrant dans le traitement du brut :

I.6.1.1 Slug-catcher

Le slug catcher est un équipement situé à l'extrémité ou à tout autre point intermédiaire d'une tuyauterie pour absorber à travers la variation d'un niveau liquide, toute fluctuation de liquide et de débit d'alimentation.

Le slug catcher minimise les effets hydrodynamiques et de topographie. Il permet d'effectuer une pré-séparation tri-phasique du brut, et de stocker temporairement tout volume excessif de liquide qui pourrait excéder instantanément la capacité de la station de traitement CPF. Les effluents liquides de ce slug catcher sont distribués de façon égale entre les trois trains de séparation, toute eau libre ayant été éliminée sous l'effet d'un système de contrôle interface sera envoyée vers l'unité eaux huileuses pour la traiter. Le gaz sous contrôle de pression sera envoyé directement vers l'unité compression.

I.6.1.2 Séparateur 1^{er} étage

Comme la température d'arrivée des effluents puits varie de façon significative entre les nuits d'hiver et les journées d'été, des réchauffeurs sont installés en amont des séparateurs BP pour élever la température du fluide aussi près que possible de 55°C. Ceci afin de minimiser les fluctuations opératoires des systèmes de séparation et de compression. Le séparateur du premier étage est un séparateur tri-phasique opérant à 16 Bars, il sépare le gaz, huile et l'eau dans un mélange brut. L'huile du premier séparateur est réchauffé dans un

échangeur inter étage, alimente sous contrôle de niveau, le séparateur du deuxième étage du train. Le gaz sous contrôle de pression est dirigé vers le système de recompression et l'eau séparée de l'huile par un système de contrôle interface alimente le système de traitement des eaux de production.

I.6.1.3 Séparateur 2ème étage

Le séparateur du deuxième étage est également un séparateur triphasique qui sépare le gaz, l'huile et l'eau. Cependant, la fonction principale de ces ballons est de fournir un temps de séjour adéquat pour faciliter la séparation d'huile et de l'eau dans le cas d'une émulsion importante.

Elle est ensuite refroidie par échange de chaleur dans le réchauffeur inter étage, l'échangeur production BP à l'arrivée du traitement et la réfrigérante huile traitée.

Pratiquement tous les bruts contiennent du sel, de l'eau et des sédiments les pétroles bruts Contiennent des quantités importantes de sel et des impuretés étrangères qui doivent être éliminées pour réduire la corrosion et protéger les installations de traitement situées en aval.

I.6.1.4 Dessaleurs

Les dessaleurs comprennent deux coalisseurs électrostatiques en série. L'eau de dilution Moi-pliocène est injectée dans le dessaleur du 2ème étage et passe à travers des vannes Mélangeuses. L'huile ainsi mélangée est envoyée vers le dessaleur du 2ème étage afin de Diluer le sel contenu dans la phase eau. Cette eau est ensuite séparée par l'action d'un champ Électrostatique et elle est pompée vers le dessaleur du 1 er étage, où elle agit comme lavage préliminaire et dilue le sel contenu dans l'eau de production.

Pour une opération efficace du dessaleur, les équipements suivants sont prévus :

- Vannes mélangeuses,
- Points d'injection de produit désémulsifiant sur les lignes d'arrivée du slugcatcher, du séparateur 2ème étage et du dessaleur 1^{er} étage.

- Un système de lavage de boues.

I.6.1.5 Colonnes de stabilisation (stripper)

L'hydrocarbure liquide (pétrole brut) contenu dans le 2^{ème} séparateur est sous pression par l'effet de la pompe booster de dessaleur, et alimente sous contrôle le niveau des dessaleurs et le réchauffeur d'eau de dessalement (eau de dilution du dessaleur /échangeur du brut dessalé). Il est alors refroidi avant d'alimenter le sommet de la colonne de stabilisation. Un rebouilleur (four/rebouilleur) équipe le fond de la colonne afin d'apporter la chaleur nécessaire à la vaporisation.

I.6.1.6 Le four :

A la sortie de la colonne de stabilisation, une partie du brut est envoyée vers un four pour l'utiliser ensuite à sa sortie du four comme moyen pour réchauffer la colonne de stabilisation.

Le pétrole brut ainsi traité et ramené aux spécifications commerciales (densité, TVR, salinité) est envoyé vers les bacs de stockage.

A partir des bacs de stockage, il est repris par une pomperie d'expédition et il est acheminé par une pipe OH3 (de SH/TRC) situé à environ 21 Km du CPF et le pétrole brut produit est acheminé jusqu'à Haoud-El-Hamra.

I.7 Les bacs de stockage

Les bacs à toit flottants de stockage sont trois réservoirs ayant chacun une capacité de 37 960 m³. Chaque bac de stockage a une capacité suffisante, pour une journée maximum de production avec les trois trains. Il est prévu que l'huile traitée sera toujours expédiée vers un des bacs de stockage. Un second bac de stockage sera plein de produit fini pour vérifier la qualité, et le troisième servira à l'expédition.



I.7.1 Exportation du pétrole brut et lignes d'expédition

CSF (bacs atmosphériques) déversent vers la ligne principale d'expédition qui est à 21 Km de CPF via la ligne de brut de 24.

Le groupe de pompes d'expédition de pétrole brut comprend trois pompes booster, et trois pompes d'expédition, le pétrole brut est envoyé vers le centre de stockage

- **Huile exportée :**

L'huile produite sera conforme aux spécifications suivantes

| Specifications | Valeurs |
|---------------------------------|-------------------------|
| RVP (TVR) maximum | 0.69 bars (10psi) |
| BSW maximum | 0.5% volume |
| Salinité maximum | 40 ppm équivalent Na Cl |
| Soufre maximum | 0.20% poids |
| Température de stockage maximum | 55c° |

I.7.2 Système de produit hors spécification

Un système de produit hors spécification est inclus dans les installations de traitement CPF. Ces installations comprennent un ballon tampon, un ballon de reprise ainsi qu'un bac de stockage hors spécifications. Ainsi ce brut hors spécification sera retraité.

Le refoulement des pompes de reprise de produit hors spécification est relié au slugcatcher BP, de façon à retraiter le produit hors normes dans le train de séparation BP. Dans le cas où l'huile peut-être dirigée vers les bacs de stockages, des échantillons doivent confirmer que l'huile possède les spécifications requises et les lignes de refoulement des pompes de produits hors spécification seront dirigées vers les bacs de stockage.

Û Remarque

La station de traitement CPF comprend aussi des installations pour le traitement de gaz et de l'eau.

I.8 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une description générale sur la production et le traitement du brut dans le champ pétrolier d'Ourhoud, ainsi que son processus d'exploitation. Après l'avoir ramené à ses spécifications commerciales à partir de la dernière étape, le chauffage dans le four fera l'objet de notre étude et sera une base pour l'étude de l'instrumentation de cette unité que nous expliciterons dans les chapitres qui suivent.

Chapitre II

Automates programmables industriels SIEMENS

II.1 Historique :

Les automates programmables industriels sont apparus à la fin des années soixante aux Etats-Unis, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors en leader), qui réclamait plus d'adaptabilité de ses systèmes de commande. Ce n'est qu'en 1971 qu'ils firent leur apparition en France.

Les années soixante dix connaissent une explosion des besoins industriels dans le domaine de l'automatique, de la flexibilité et de l'évolutivité des Systèmes Automatisés de Production (SAP).

Siemens AG est un groupe allemand. Fondé en 1847 par Werner Von Siemens. Il réalise des équipements électroniques et électrotechniques. Son siège est à Munich, et c'est l'une des plus grosses entreprises européennes.



Figure II 1 : Le sigle de la société Siemens AG

Dans le cadre de son expansion, Siemens crée le 28 janvier 1972, le consortium Unidata.

Ce projet européen permet, dans les années 1970, l'émergence d'une grande industrie informatique européenne.

Les compétences de trois participants ont été mises en commun. La maîtrise d'œuvre, l'architecture des machines et le logiciel ont été attribués à la compagnie Internationale pour l'Informatique (CII), la technologie électronique revenait à Philips tandis que Siemens se chargeait des périphériques mécaniques.

En 1975 la France abandonne unilatéralement l'accord Unidata. CII fusionne avec Honeywell-Bull. Philips délaisse l'informatique et Siemens rejoint Fujitsu pour devenir, aujourd'hui, un des plus grands constructeurs mondiaux

II.2 Définition générale

L'automate programmable industriel A.P.I ou Programmable logic Controller PLC est un appareil électronique programmable. Il est défini suivant la norme française EN-61131-1, adapté à l'environnement industriel. Il réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de préactionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques.

C'est aujourd'hui le constituant essentiel des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services et dans l'agriculture.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. En outre, son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrées/sorties, 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 et en faire le traitement
- Elaborer la commande des actionneurs
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement.

II.3 Architecture des automates programmables industriels

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante :

-Un module d'unité centrale ou CPU qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaire pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de configuration du système.

-Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues +/- 5V, +/-12V ou +/- 15V.

-Un ou plusieurs modules d'entrées 'Tout ou Rien' ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative (procédé à conduire).

-Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties.

Un ou plusieurs modules de communication comprenant :

- Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS422/RS485 ;
- Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain ;
- Interface d'accès à un réseau Ethernet.

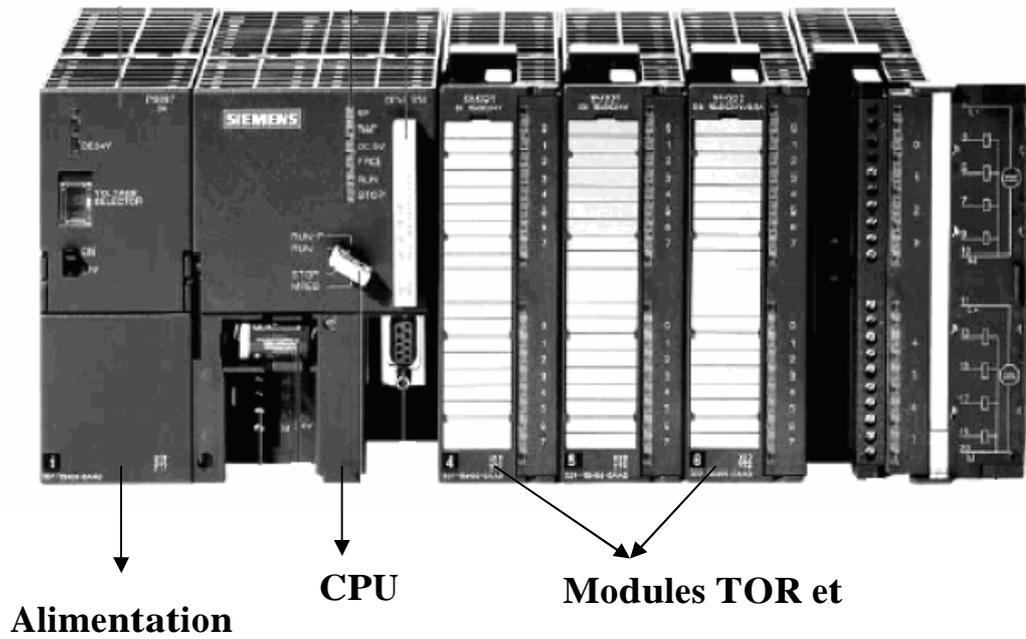


Figure II 2 : L'automate programmable Siemens

II.4 Structure interne des automates programmables :

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur la figure ci-dessous.

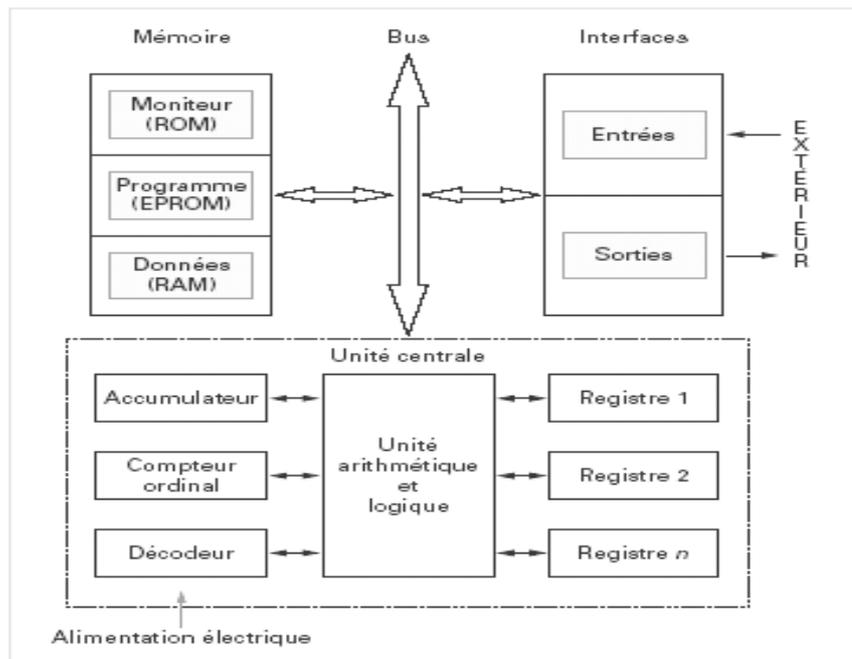


Figure II 3 : Structure interne d'un API

Détails des composants qui apparaissent sur ce schéma :

II.4.1 Le Processeur :

Il Constitue le cœur de l'appareil dans l'unité centrale. En fait, un processeur devant être automatisé, se subdivise en une multitude de domaine et processeur partiels plus petits, liés les uns aux autres.

II.4.2 Les modules d'entrées/sorties :

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

-Modules TOR : l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux. 0 ou 1 ...) 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 (débit, niveau, pression, température.. etc.).

-Modules spécialisés : l'information traitée est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

II.4.3 Les mémoires :

Un système de processeur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent :

- Ø De stocker le système d'exploitation dans des ROM ou PROM,
- Ø Le programme dans des EEPROM,
- Ø Les données système lors du fonctionnement dans des RAM. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle

générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.

II.4.4 L'alimentation :

Elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 220V-50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (génératrices etc.).

II.4.5 Liaisons de communication :

Elles Permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. Les liaisons s'effectuent :

- avec l'extérieur par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique ;
- avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin de d'échanger des données, des états et des adresses.

II.5 Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. L'intégration globale de tout l'environnement d'automatisation est réalisée grâce à :

- Une configuration et une programmation homogène des différentes unités du système.
- Une gestion cohérente des données.
- Une communication globale entre tous les équipements d'automatisme.

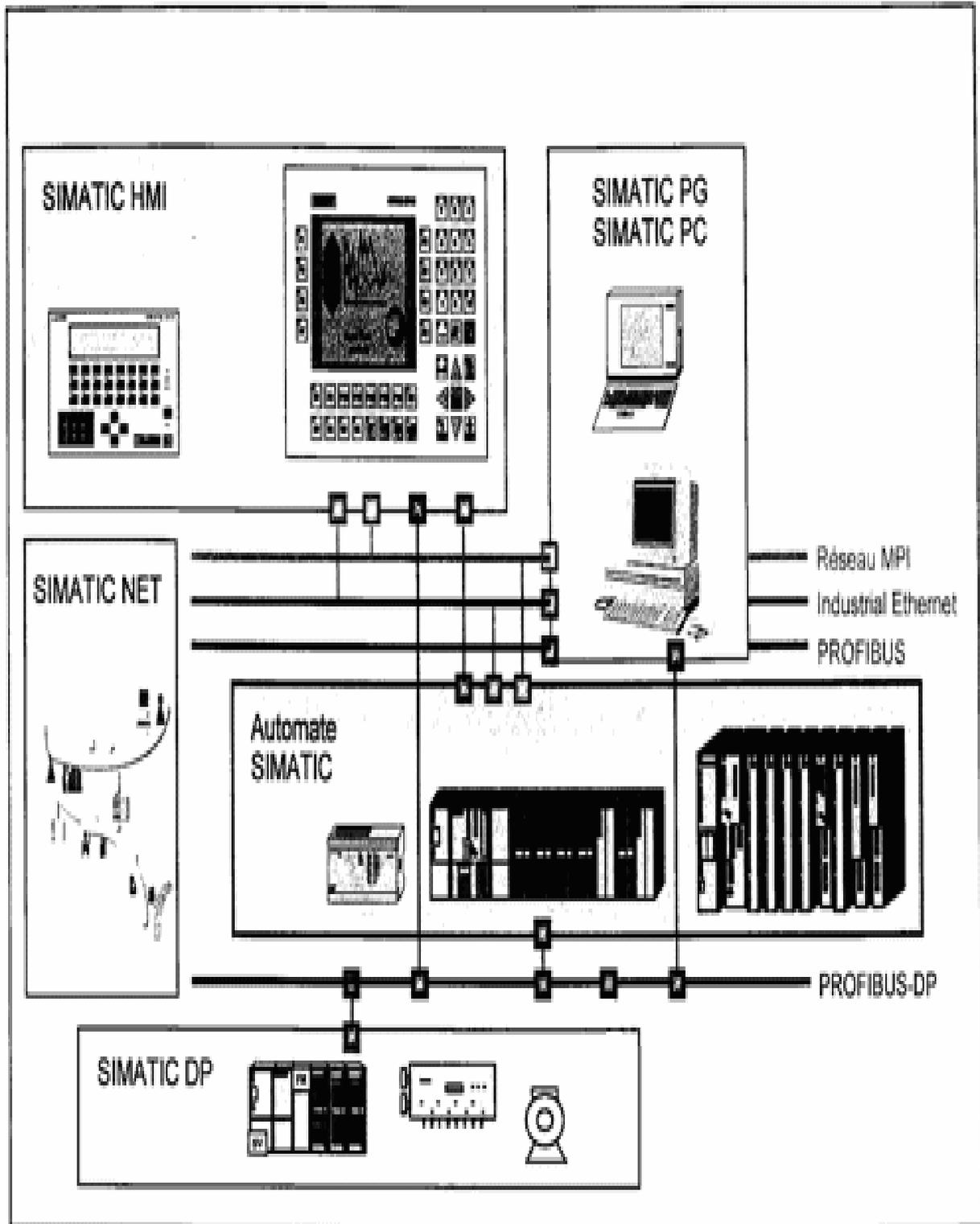


Figure II 4 : Présentation de la gamme de SIMATIC

II.5.1 Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC

a- SIMATIC S7 :

Cette gamme d'automates comporte trois familles :

ØS7 200, qui est un Micro-automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extensions jusqu'à 7 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.

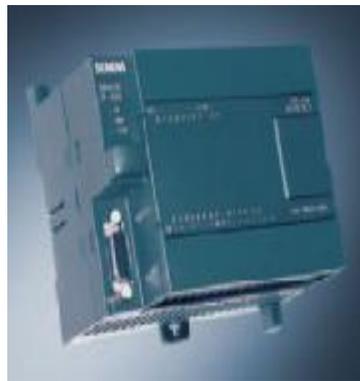


Figure II 5 : L'API S200

ØS7 300 est un Mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet.



Figure II 6 : L'API S300

ØS7 400 est un automate de haute performance pour les applications de milieu et haut de gamme, avec possibilité d'extension à plus de 300 modules,

et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet.



Figure II 7 : S 400

b- SIMATIC C7 :

Le SIMATIC C7 combine automate programmable et panneau opérateur dans une seule unité. L'automate compte la CPU, les modules d'entrées/sorties, et le panneau opérateur qui est utilisé comme une interface Homme/Machine HMI.

Le C7 permet la visualisation des états de fonctionnement, des valeurs actuelles du processus et des anomalies.



Figure II 8: La gamme SIMATIC C7

c- SIMATIC M7 :

Les SIMATIC M7 sont des calculateurs industriels compatibles PC. Il s'agit d'un système modulaire sous boîtier, construit dans la technique des automates SIMATIC S7. Il peut être intégré dans un automate S7 300/400 ou être utilisé comme système autonome avec une périphérie choisie dans la gamme S7.

Le M7 300/400 est capable d'effectuer simultanément avec une seule CPU des opérations en temps réel, par exemple des algorithmes complexes de commande, de régulation ainsi que des tâches de visualisation et de traitement informatique. Les logiciels sous DOS ou Windows sont exploitables sur le M7-300. Par ailleurs, avec son architecture normalisée PC, il permet une extension programmable et ouverte de la plate-forme d'automatisation S7.



Figure II 9 : La gamme SIMATIC M7

II.5.2 Description du STEP7 :

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC S300 et S400. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases

du processus de création de la solution d'automatisation, La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP 7 répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est très facile [14].

STEP 7 comporte les quatre sous logiciels de base suivants:

a. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation.

Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7. Il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, quelque soit le système cible (S71M7/C7) sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

b. Editeur de programme et les langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG Sont partie intégrante du logiciel de base.

Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

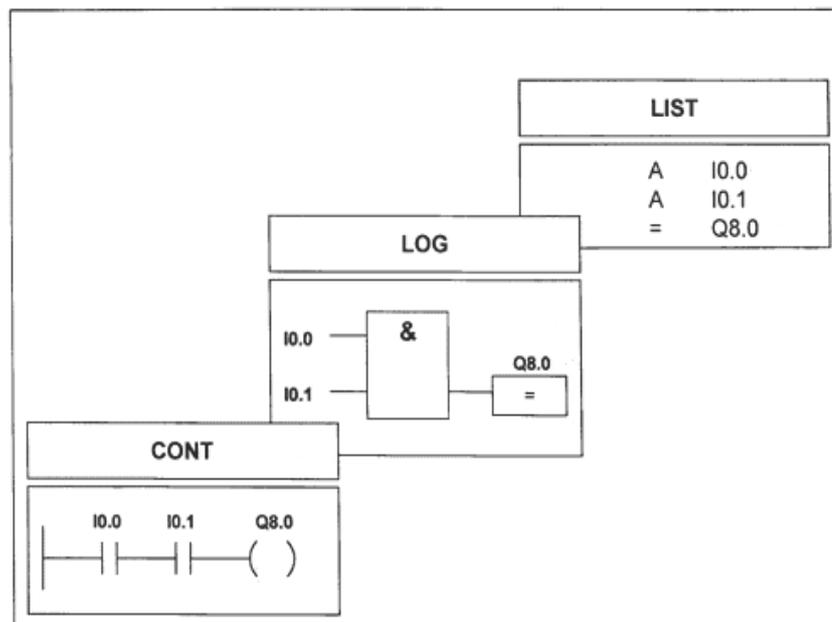


Figure II 10 : Mode de représentation des langages basiques de programmation STEP 7

On dispose de langages de programmation plus évolués, au détriment de l'optimisation mémoire :

ØGRAPH est un langage de programmation permettant la description aisée de commandes séquentielles (programmation de graphes séquentiels). Le déroulement du processus y est subdivisé en étapes. Celles-ci contiennent en

particulier des actions pour la commande des sorties. Le passage d'une étape à la suivante est soumis à des conditions de transition .

ØHiGraph est un langage de programmation permettant la description aisée de processus asynchrones non séquentiels sous forme de graphes d'état. À cet effet, l'installation est subdivisée en unités fonctionnelles pouvant prendre différents états. Ces unités fonctionnelles peuvent se synchroniser par l'échange de messages.

ØSCL est un langage évolué textuel. Il comporte des éléments de langage que l'on trouve également sous une forme similaire dans les langages de programmation Pascal et C. SCL convient donc particulièrement aux utilisateurs déjà habitués à se servir d'un langage de programmation évolué.

ØCFC pour S7 et M7 est un langage de programmation graphique permettant l'interconnexion graphique de fonctions existantes. Ces fonctions couvrent un large éventail allant de combinaisons logiques simples à des régulations et commandes complexes. Un grand nombre de ces fonctions est disponible sous la forme de blocs dans une bibliothèque.

c-Paramétrage de l'interface PG-PC :

Cet outil sert à paramétrer l'adresse locale des PG/PC, la vitesse de transmission dans le réseau MPI ou PROFIBUS en vue d'une communication avec l'automate et le transfert du projet.

d. Le simulateur des programmes PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable (AP) qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux). L'AP S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400, et de remédier à d'éventuelles erreurs [15].

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation, on a également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

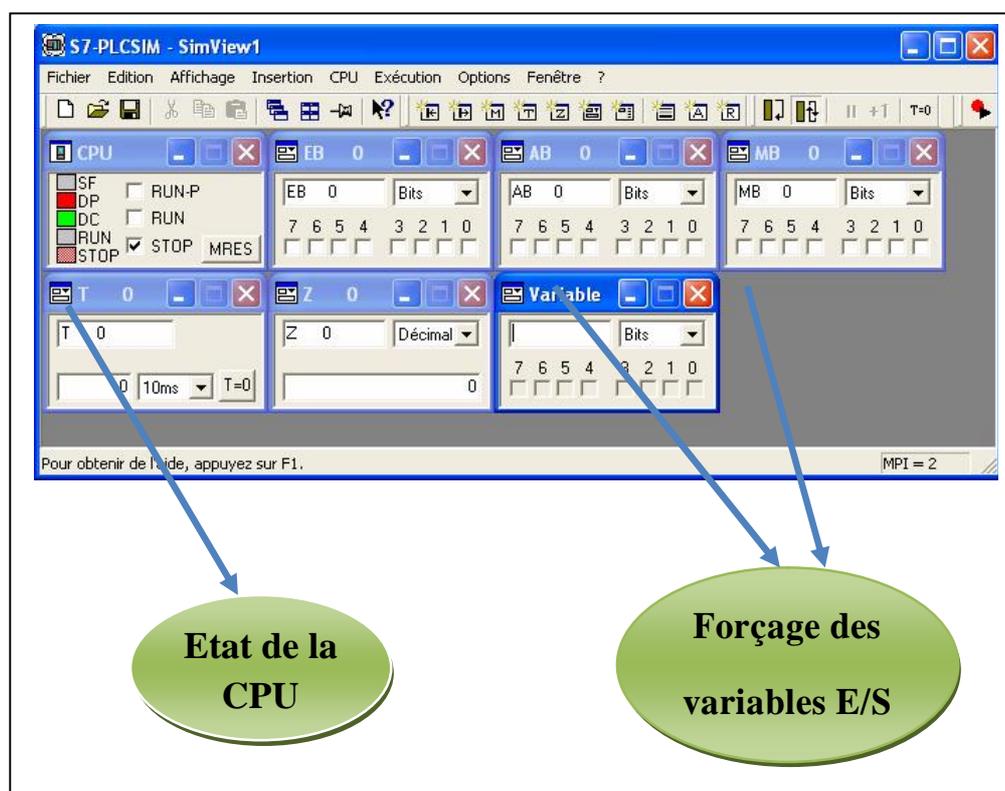


Figure II 11 : Logiciel de simulation PLC-SIM

II.6 Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée :

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP 7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- Ø Création du projet SIMATIC Step 7,
- Ø Configuration matérielle HW Config.

Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

Ø Définition des mnémoniques

Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.

Ø Création du programme utilisateur

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.

Ø Exploitation des données

Création des données de références utilisées afin de faciliter le test et la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le « contrôle-commande ».

Ø Test du programme et détection d'erreurs

Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs de variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.

Ø Chargement du programme dans le système cible

Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système cible (module programmable de votre solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.

Ø Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel

La détermination des causes d'un défaut dans le déroulement d'un programme utilisateur se fait à l'aide de la « mémoire tampon de diagnostic », accessible depuis le SIMATIC Manager.

II.7 Exemple de création et d'édition d'un projet S7 :

Pour bien illustrer les démarches de conception d'un programme dont on a souligné précédemment les étapes, on prend comme exemple d'application l'automatisation d'une chaîne de remplissage de bouteilles, avec le cahier de charge suivant :

- Cahier de charge :

Programmer la gestion des modes fonctionnement sur une installation de remplissage d'après les indications suivantes :

- L'installation est mise sous tension avec l'entrée E0.0, un témoin s'allume à la sortie A20.4, et elle est mise hors tension à l'aide de l'entrée E0.1.
- Lorsque l'installation est sous tension, le mode de fonctionnement est sélectionné ainsi :

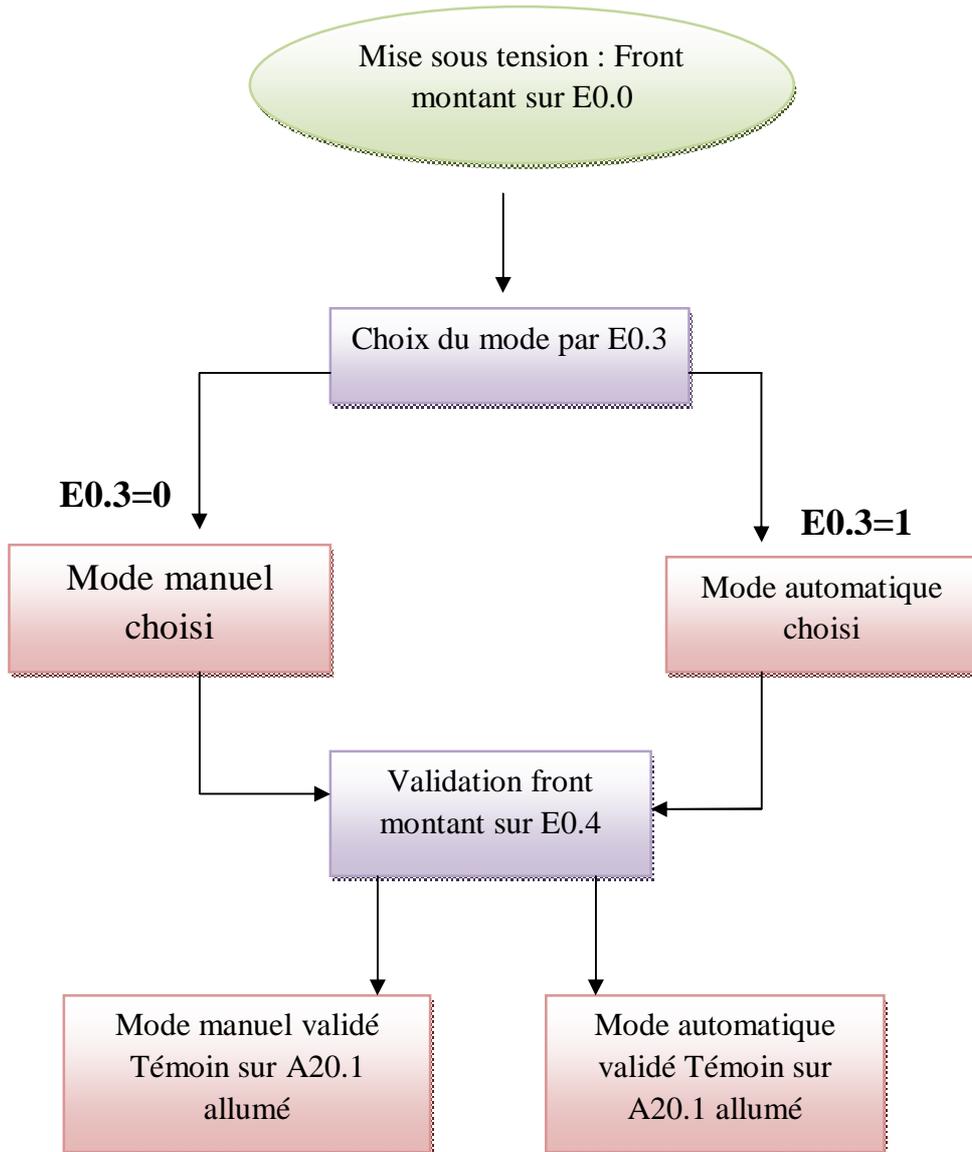


Figure II 12 : Choix du mode de fonctionnement dans la première application

- **En mode manuel :**

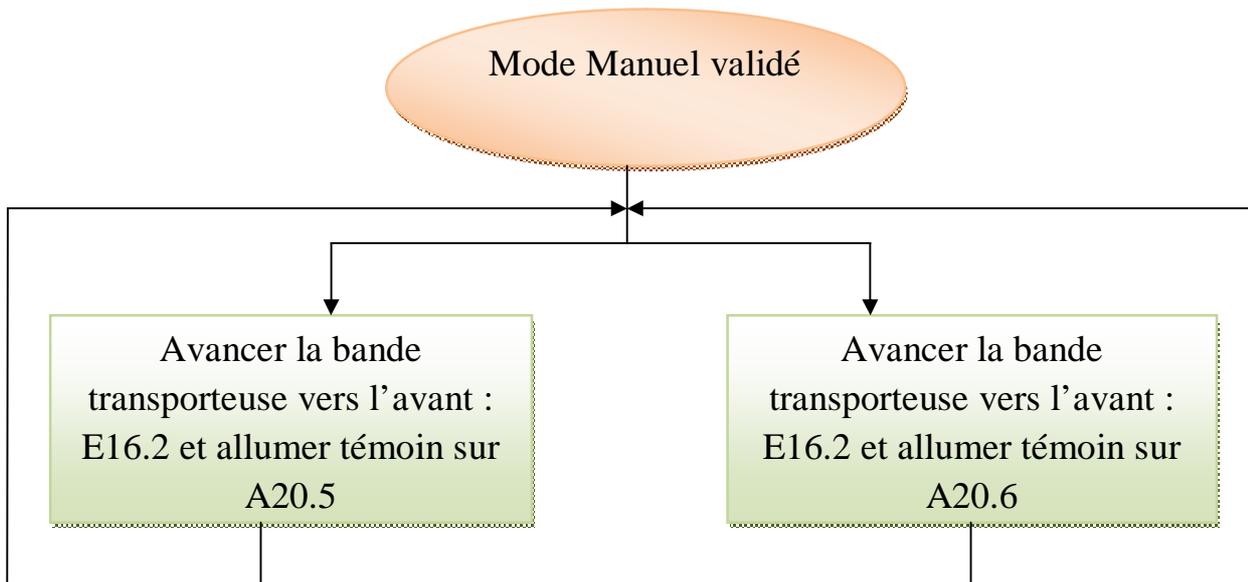


Figure II 13: le fonctionnement mode manuel dans la première application

- **En mode automatique :**

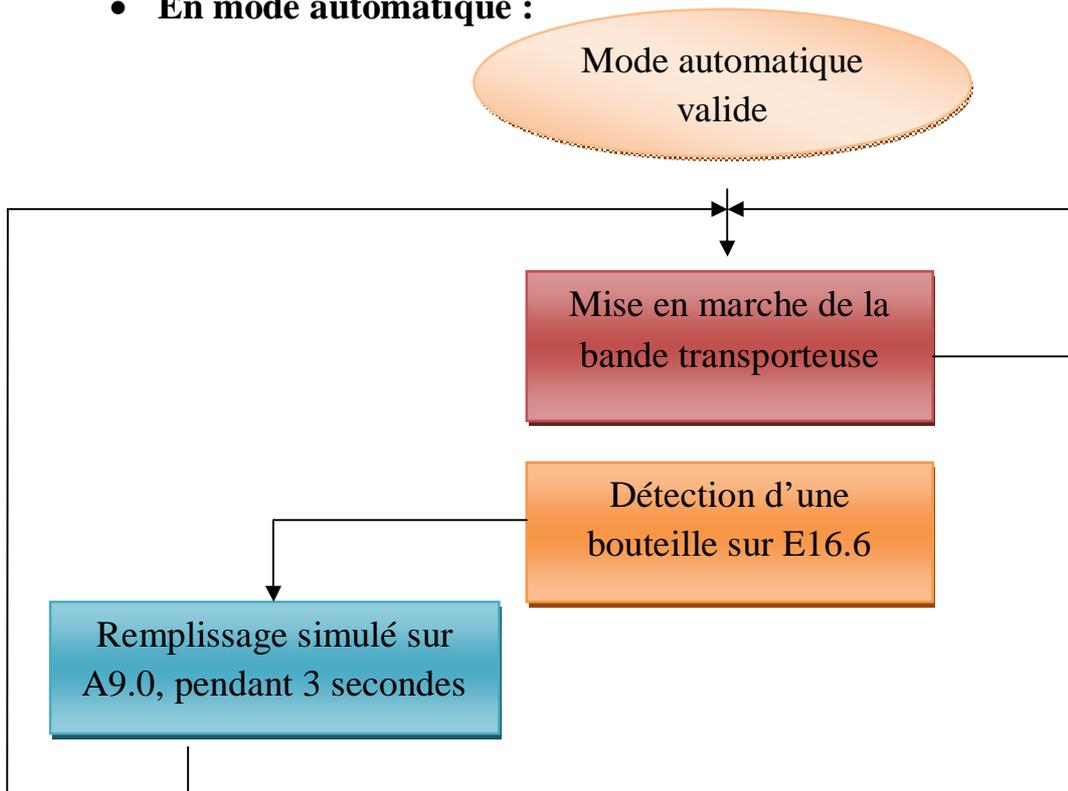


Figure II 14: Le fonctionnement en mode automatique dans la première application

- En cas de changement du mode de fonctionnement ou de mise hors tension de l'installation, le mode sélectionné préalablement est désactivé.
- Le nombre de bouteille remplie sera compté et affiché pour l'utilisateur, grâce à un afficheur sept segments muni d'un décodeur BCD, et adressé sur AW 12.

| Entrées (Boutons/capteurs) | Adresse absolue |
|---|------------------------|
| Mise sous tension | E0.0 |
| Mise hors tension | E0.1 |
| Mode Manuel/Automatique | E0.3 |
| Validation du choix de mode | E0.4 |
| Marche avant par impulsions (Manuel) | E16.2 |
| Marche arrière par impulsions (Manuel) | E16.1 |
| Détecteur des bouteilles | E16.6 |
| Témoin de remplissage | A9.0 |
| Témoin du mode Manuel | A20.1 |
| Témoin du mode automatique | A20.2 |
| Témoin de mise sous tension de l'installation | A20.4 |
| Témoin de marche avant avec impulsions | A20.5 |
| Témoin de marche arrière avec impulsions | A20.6 |
| L'afficheur 7 segments (avec décodeur BCD) | AW12 |

Tableau : L'adressage absolu des entrées/sorties de la première application.

La figure : schéma du l dispositif à automatiser :

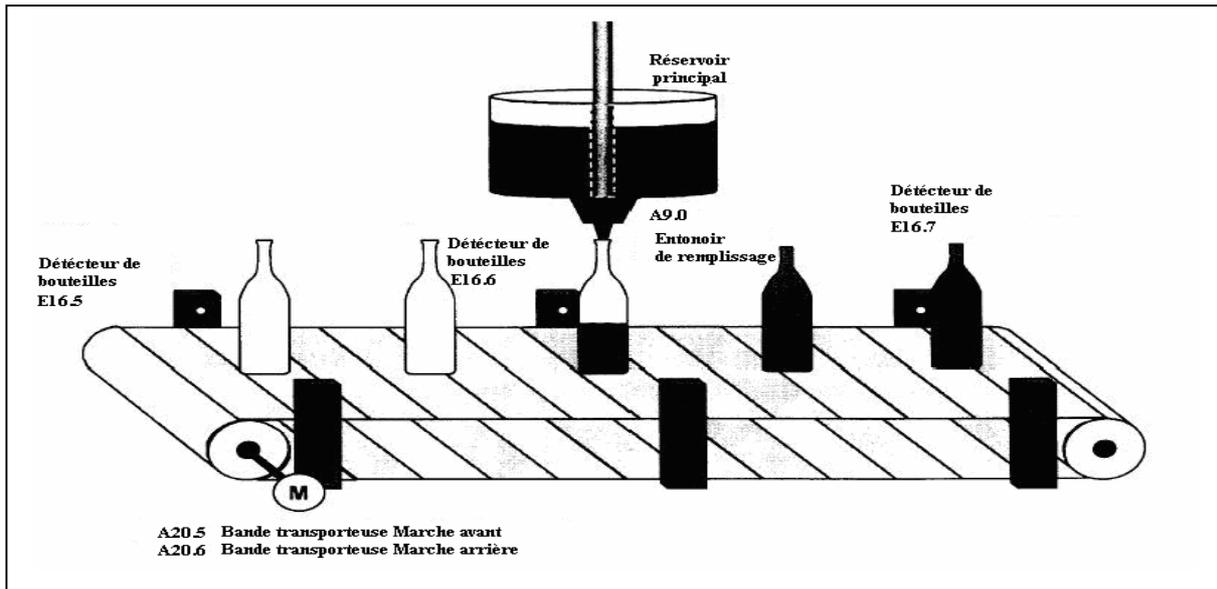


Figure II 15 : La chaîne de remplissage à automatisé

Pour la simulation utilise le coffret de démonstration SIDEMO de la figure suivante :

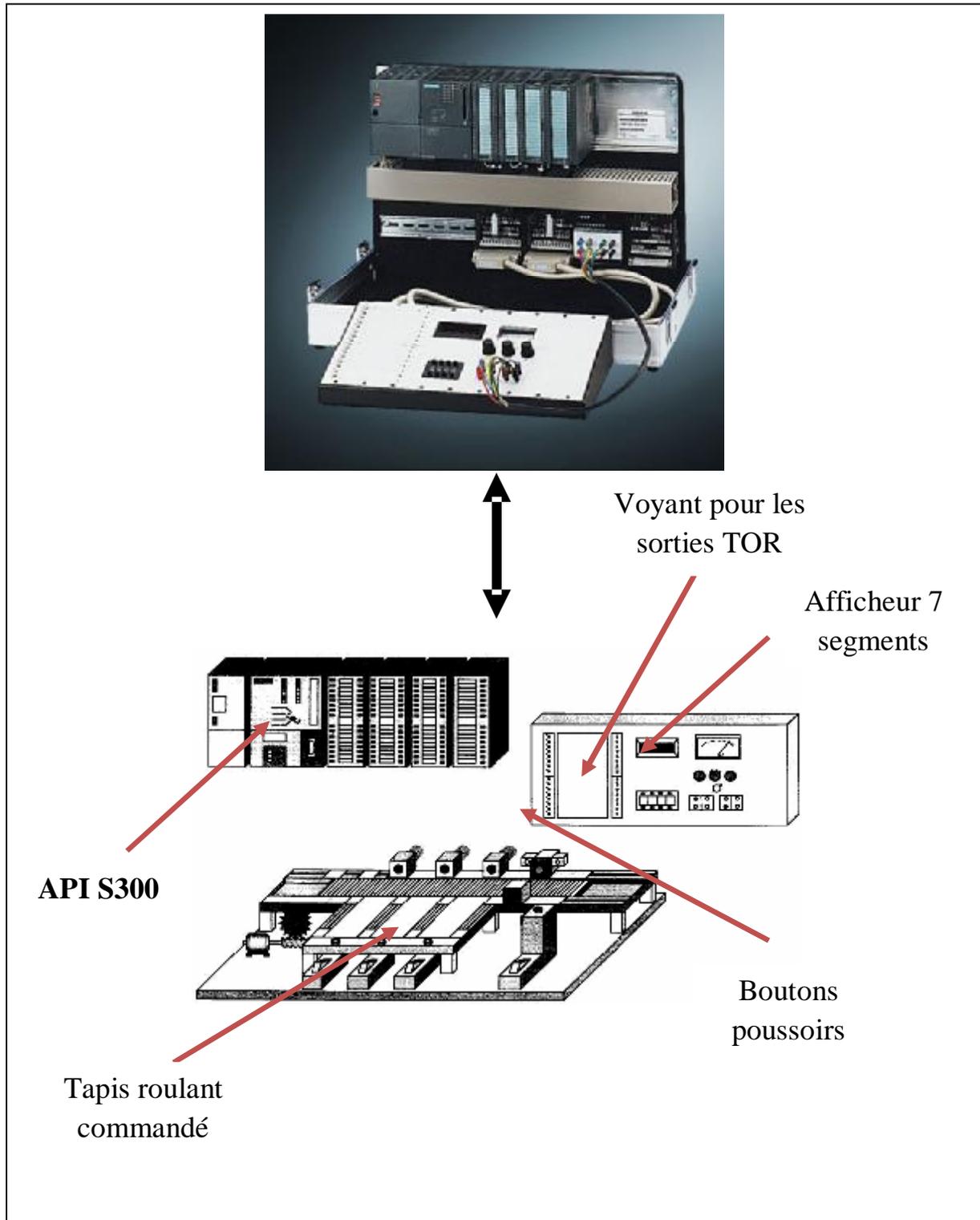


Figure II 16 : Le coffret SIDEMO pour S300

Il inclus un automate S300, avec une CPU315-2DP et des modules E/S qui seront cités plus tard dans la configuration du matériel, et comporte aussi une interface E/S analogique et numérique pour ses modules, ainsi qu'un afficheur sept segments.

II.7.1 Création du projet dans SIMATIC Manager :

Afin de créer un nouveau projet STEP7, il nous est possible d'utiliser « l'assistance de création de projet », ou bien créer le projet soi même et le configurer directement. Cette dernière est plus complexe, mais nous permet aisément de gérer notre projet.

En sélectionnant l'icône SIMATIC Manager, on aura la fenêtre principale qui s'affiche, pour sélectionner un nouveau projet et valider.

Comme le projet est vide il nous faut insérer une station SIMATC 300/400.

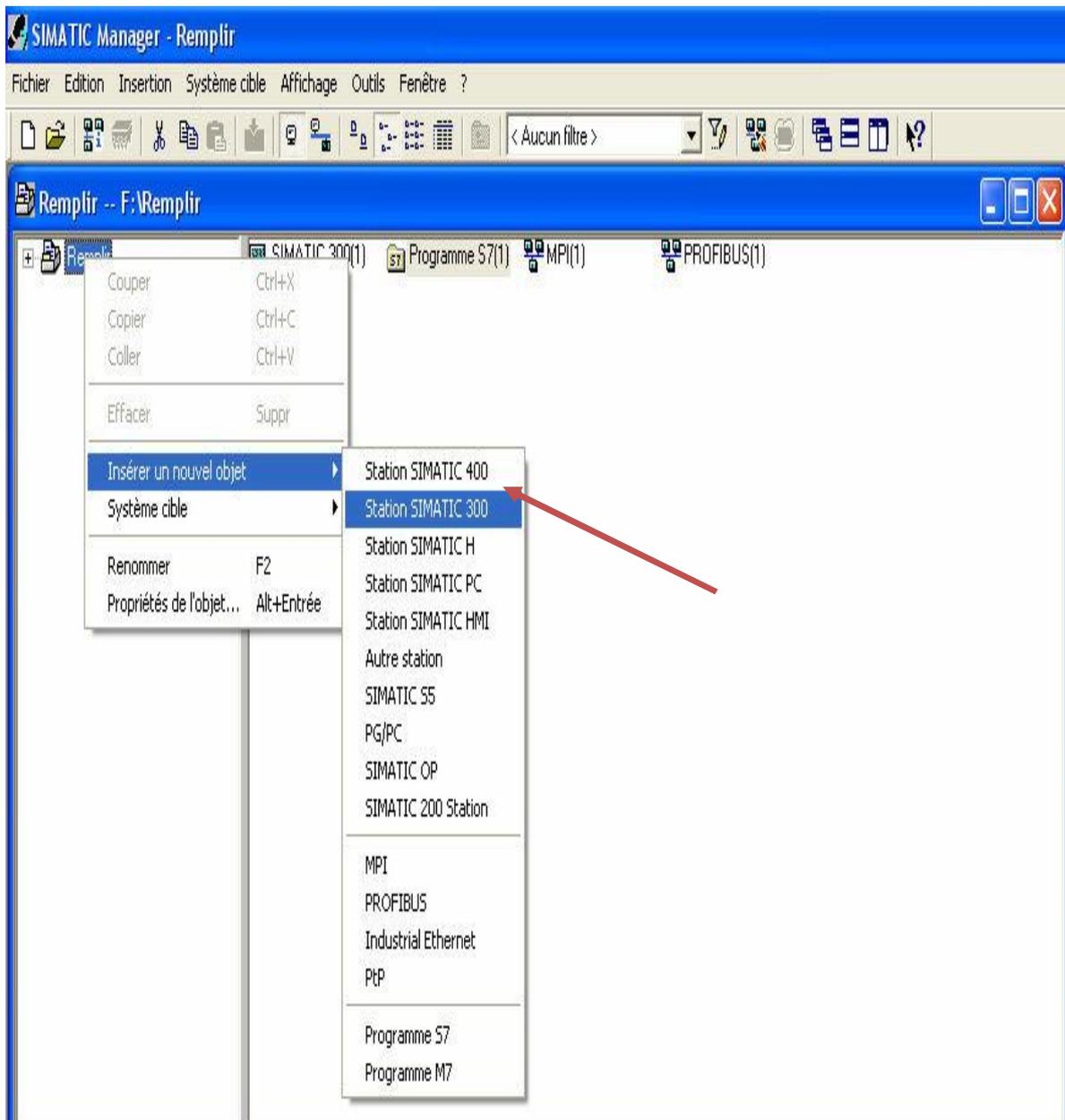


Figure II 17 : Le SIMATIC Manager

Deux approches sont possibles. Soit on commence par la création du programme puis la configuration matérielle ou bien l'inverse.

II.7.2 Configuration matérielle (partie Hardware) :

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée.

Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine.

Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Modifier les paramètres ou les adresses pré-réglés d'un module ;
- Configurer les liaisons de communication.

Le choix du matériel SIMATIC S300 avec une CPU315-2DP nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

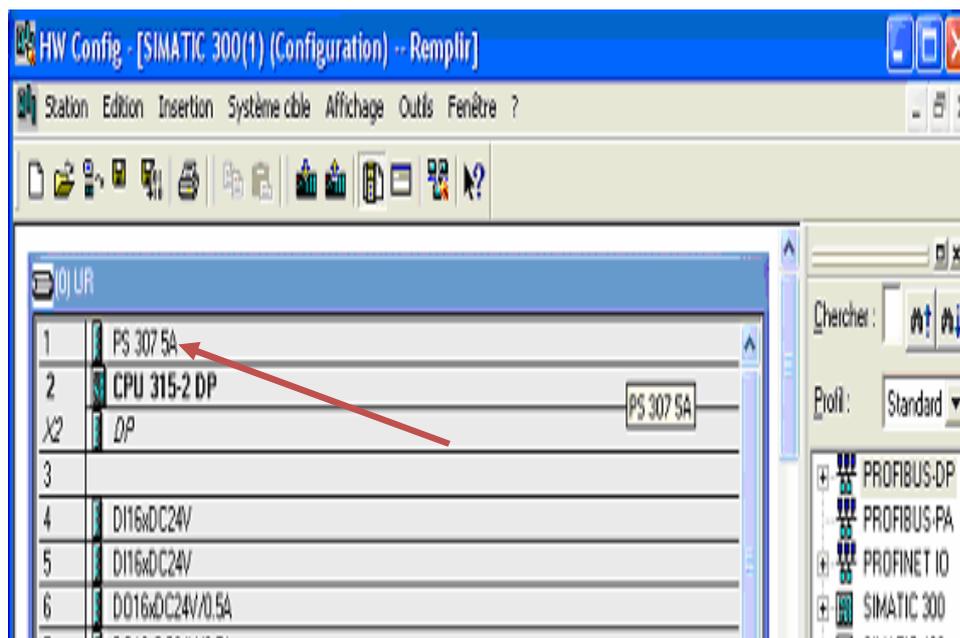


Figure II 18 : Configuration matérielle

On commence par le choix du chassis selon la station choisie auparavant, pour la station SIMATIC S300, on aura le chassis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé. Sur ce profilé, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°3 est réservée comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi châssis.

A partir de l'emplacement 4, il est possible de monter au choix jusqu'à 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM). Après cela il ne reste qu'à enregistrer et compiler.

La configuration matérielle étant terminée, un dossier « Programme S7 » est automatiquement inséré dans le projet, comme indiqué à la figure suivante :

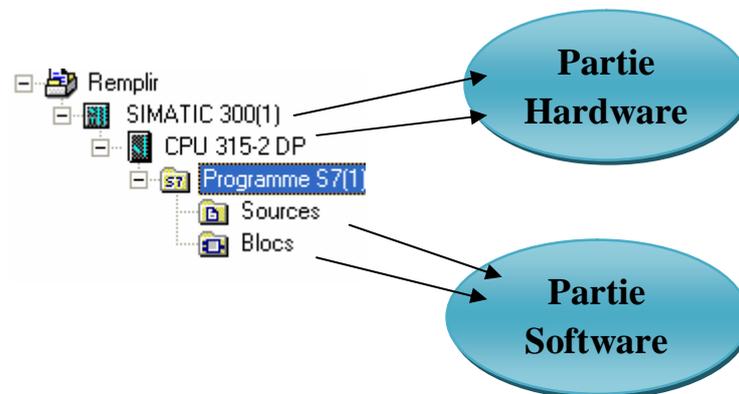


Figure II 19 : Création du programme

II.7.3 Création de la table des mnémoniques (Partie Software) :

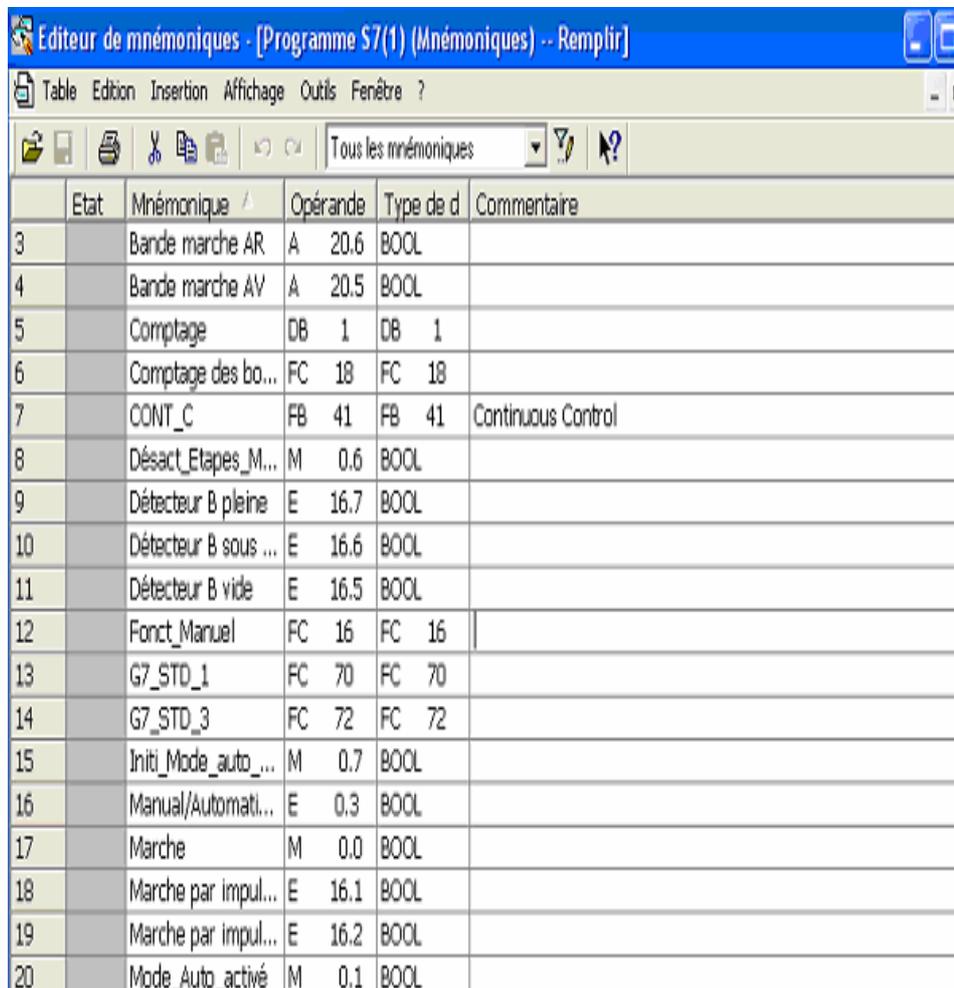
Dans tout programme il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de notre programmation. Pour cela la table des mnémoniques est

créé. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible est plus facile à manipuler. Ce type d'adressage est appelé « relatif ».

Pour créer cette table, on suit le cheminement suivant :

- Insérer nouvel objet
- table des mnémoniques

On édite la table des mnémoniques en respectant notre cahier de charge, pour les entrées et les sorties.



The screenshot shows a software window titled "Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- Remplir]". The window contains a menu bar with "Table", "Edition", "Insertion", "Affichage", "Outils", and "Fenêtre ?". Below the menu bar is a toolbar with various icons and a dropdown menu set to "Tous les mnémoniques". The main area displays a table with the following columns: "Etat", "Mnémonique", "Opérande", "Type de d", and "Commentaire". The table contains 18 rows of data, numbered 3 to 20.

| | Etat | Mnémonique | Opérande | Type de d | Commentaire |
|----|------|----------------------|----------|-----------|--------------------|
| 3 | | Bande marche AR | A 20.6 | BOOL | |
| 4 | | Bande marche AV | A 20.5 | BOOL | |
| 5 | | Comptage | DB 1 | DB 1 | |
| 6 | | Comptage des bo... | FC 18 | FC 18 | |
| 7 | | CONT_C | FB 41 | FB 41 | Continuous Control |
| 8 | | Désact_Etapes_M... | M 0.6 | BOOL | |
| 9 | | Détecteur B pleine | E 16.7 | BOOL | |
| 10 | | Détecteur B sous ... | E 16.6 | BOOL | |
| 11 | | Détecteur B vide | E 16.5 | BOOL | |
| 12 | | Fonct_Manuel | FC 16 | FC 16 | |
| 13 | | G7_STD_1 | FC 70 | FC 70 | |
| 14 | | G7_STD_3 | FC 72 | FC 72 | |
| 15 | | Initi_Mode_auto_... | M 0.7 | BOOL | |
| 16 | | Manual/Automati... | E 0.3 | BOOL | |
| 17 | | Marche | M 0.0 | BOOL | |
| 18 | | Marche par impul... | E 16.1 | BOOL | |
| 19 | | Marche par impul... | E 16.2 | BOOL | |
| 20 | | Mode_Auto_activé | M 0.1 | BOOL | |

Figure 20 : Table de mnémonique relative à chaîne de remplissage

II.7.4 Elaboration du programme S7 (Partie Software) :

Le dossier bloc, cité auparavant, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, il englobe :

- Les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes,
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

a- Les blocs d'organisation (OB)

Les OB sont appelés par le système d'exploitation, on distingue plusieurs types :

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques,
- Ceux qui sont déclenchés par un événement,
- Ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable,
- Et en fin, ceux qui traitent les erreurs.

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation.

b- Les blocs fonctionnels (FB), (SFB)

Le FB est un sous programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres.

Les SFB système sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU.

c- Les fonctions (FC), (SFC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

Les SFC sont utilisées pour des fonctions spéciales, intégrées dans la CPU S7, elle est appelée à partir du programme.

Dans notre exemple on a utilisé le FC15, FC16, FC18 pour les routines, et FB17 pour la partie séquentielle. Systématiquement et automatiquement, les SFC correspondantes ont été créés.

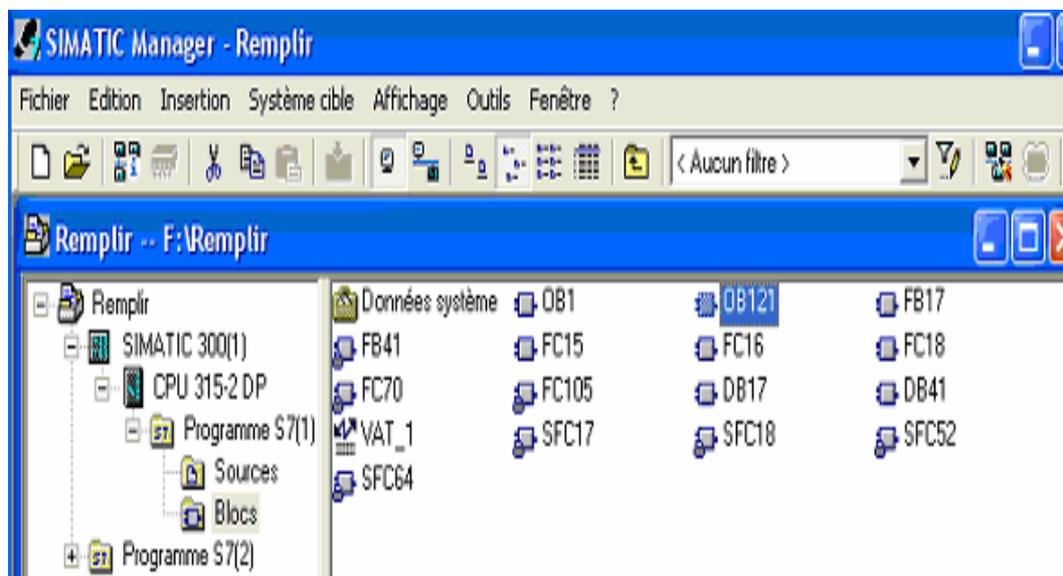


Figure II 21 : Vue d'ensemble des blocs programme dans SIMATIC Manager

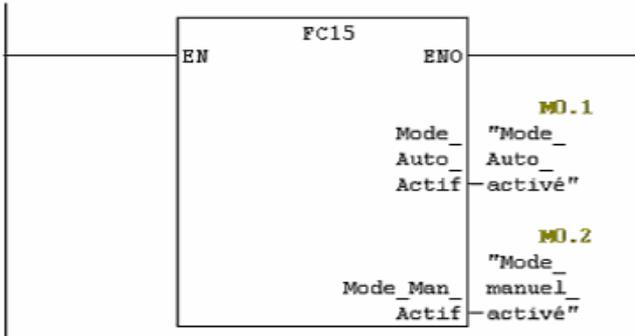
Une fois les mnémoniques et les blocs déclarés, on est prêt pour écrire le programme.

Dans un but didactique, on écrira les programmes en faisant varier les langages (LOG, CONT, LIST et GRAPH) :

- **OB1** : édité en CONT, dans notre exemple l'OB1 fait appel à la routine FC15, FC16, FB17 et FC18 comme il est montré si dessous :

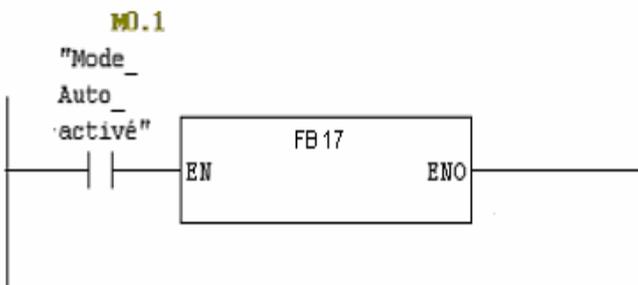
Réseau 1 : mode de fonctionnement

appel du bloc FC15 pour executer le programme du mode de fonctionnement et la sélection des modes.



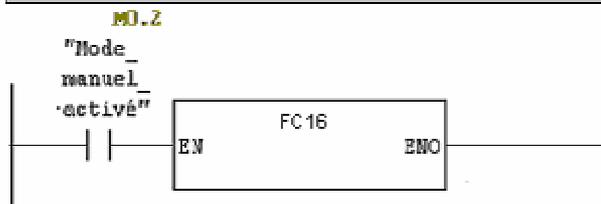
Réseau 2 : MODE AUTOMATIQUE

Appel du bloc fonctionnel FB17, pour le MODE AUTOMATIQUE à condition que se dernier soit activé par le biais du M0.1



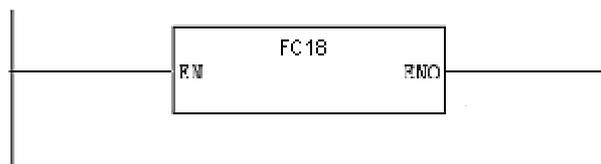
Réseau 3 : MODE MANUEL

Appel de la fonction FC16, pour le "MODE MANUEL", activé par M0.2



Réseau 4 : Comptage des bouteilles

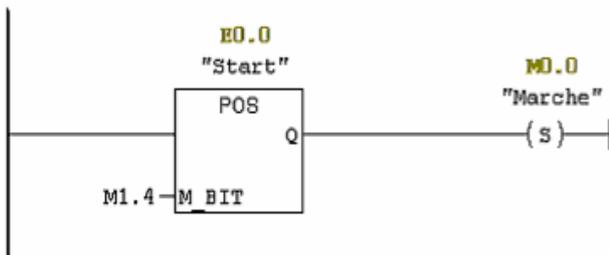
Appel de la fonction de comptage FC18, activé indépendemement du mode de fonctionnement



- **FC15** : édité en CONT et en LIST, cette fonction sert à la gestion du processus et le choix du mode de fonctionnement comme suit :

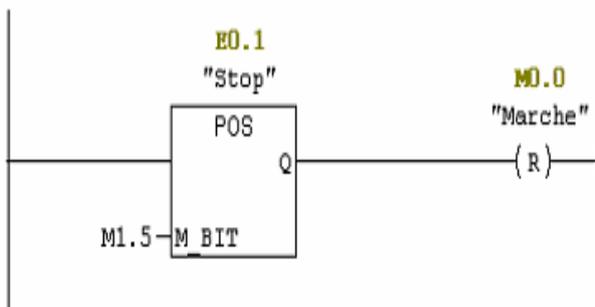
Réseau 1: Mise en marche

en mettant l'entrée EO.0 à 1 le moteur se met en marche et mettre à 1 le memento MO.0



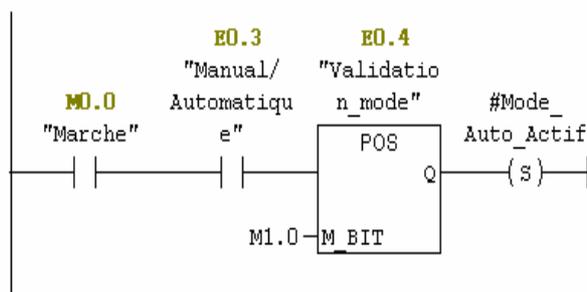
Réseau 2: Mise à l'arrêt

en mettant l'entrée EO.1 à 1 le moteur s'arrête, et mettre à 0 le memento MO.0



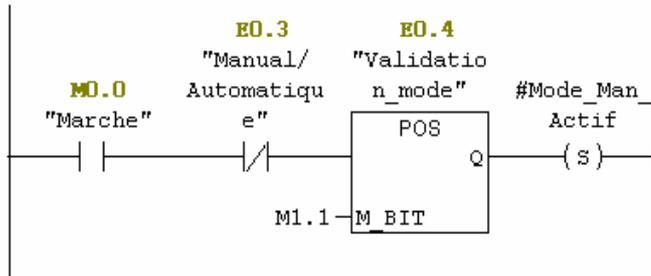
Réseau 3: mode automatique actif

étant MO.0=1 (moteur marche) et EO.3 à 1 on active par une impulsion sur EO.4; le mode automatique.



Réseau 4 : mode manuel actif

étant le moteur en marche et EO.3=0 et validation par impulsion sur EO.4 on active le mode manuel.



Réseau 5 : mise a l'arrêt

désactiver les deux modes par mise à l'arrêt du moteur



Réseau 6 : désactivation du mode manuel

lors des changement de modes, inversion de l'état de l'entrée EO.3, le mode en cours se désactive et le moteur s'arrête.

```

U   "Manual/Automatique"      EO.3
BLD 100
FP  M      1.2
R   #Mode_Man_Actif
R   "Bande marche AR"        A20.6
R   "Bande marche AV"        A20.5
    
```

Réseau 7 : désactivation du mode automatique

lors des changement de modes, inversion de l'état de l'entrée EO.3, le mode en cours se désactive et le moteur s'arrête.

```

U   "Manual/Automatique"      EO.3
BLD 100
FN  M      1.3
R   #Mode_Auto_Actif
R   "Bande marche AR"        A20.6
R   "Bande marche AV"        A20.5
    
```

Réseau 8 : témoin lumineux pour mode automatique actif

en mode automatique, la sortie A20.2 se met à 1 et le témoin s'allume

```
U   #Mode_Auto_Actif
=   "Témoin_mode_AUTO"      A20.2
```

Réseau 9 : témoin lumineux pour mode manuel actif

en mode manuel, la sortie A20.1 se met à 1 et le témoin s'allume

```
U   #Mode_Man_Actif
=   "Témoin_mode_MANUEL"    A20.1
```

Réseau 10 : témoin lumineux pour moteur en marche

le moteur étant en marche, la sortie A20.4 se met à 1 et le témoin s'allume

```
U   "Marche"
=   "Témoin_marche"         M0.0
                                A20.4
```

- **FC16** : édité en LIST, cette fonction fait la gestion du processus en mode « Manuel » comme suit :

Réseau 1 : marche avant

E16.2=1 et verifier bien que E16.1=0 la sortie A20.5=0 la bande transporteuse marche en avant

```
U   "Marche par impulsion AV"    E16.2
UN  "Marche par impulsion AR"    E16.1
=   "Bande marche AV"           A20.5
```

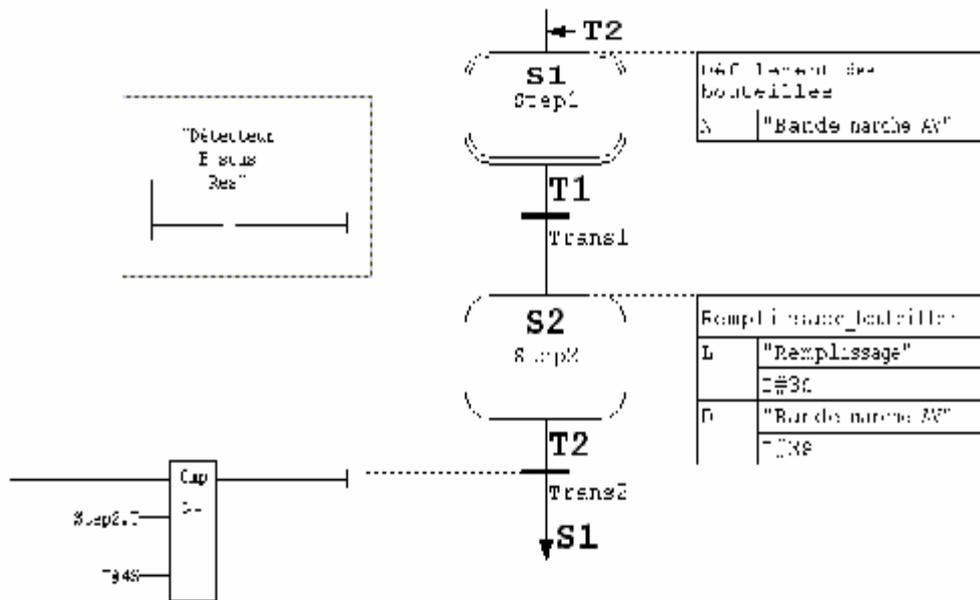
Réseau 2 : marche arrière

E16.1=1 et verifier bien que E16.2=0 la sortie A20.6=0 la bande transporteuse marche en arrière

```
U   "Marche par impulsion AR"    E16.1
UN  "Marche par impulsion AV"    E16.2
=   "Bande marche AR"           A20.6
```

- FB17 :** Pour le remplissage de bouteilles en « MODE AUTOMATIQUE », et édité par le GRAPH qui est plus pratique pour les systèmes séquentiels.

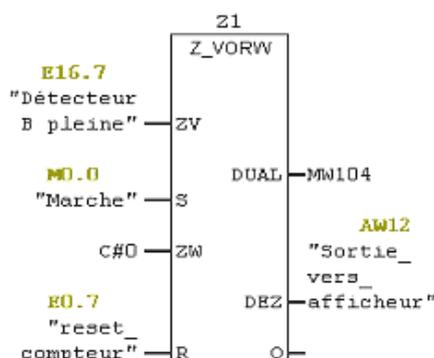
La bande transporteuse est en marche dès la détection d'une bouteille vide par le capteur mis à l'entrée E16.6, la bande s'arrête, effectue le remplissage durant 3 secondes, et continue son avancement, comme le montre sur le schéma suivant :



- FC18 :** édité en LOG, et c'est le langage qu'on a, spécialement, trouvé le plus adapté au profil « automaticien ».

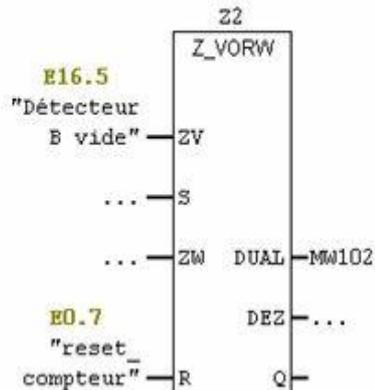
Réseau 1 : le nombre de bouteilles pleines

tant que le moteur est en marche et il y a détection de bouteilles pleines à la sortie par mise à 1 de l'entrée E16.7, le résultat dans MW104 l'affichage sur AW12



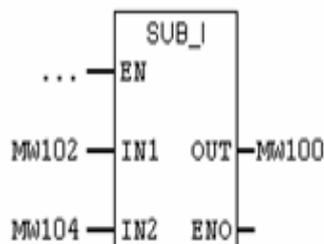
Réseau 2 : comptages des bouteilles vides

dès qu'il y a détection de bouteilles vides à l'entrée par mise à 1 de l'entrée E16.5, comptage et résultat dans dans le mémonto MW102



Réseau 3 : comptage des bouteilles cassées

le nombre de bouteilles cassées est le nombre de bouteilles vides auquel on soustrait le nombre de bouteilles remplies, le résultat est dans le mémonto MW100



Le programme étant écrit, on doit le charger dans la CPU.

II.7.5 Chargement dans le système cible se fait sous certaines conditions :

- Une liaison est établie entre la PG et la CPU du système cible (via l'interface MPI ou PROFIBUS).
- L'accès au système cible est possible.
- La CPU doit se trouver dans un état de fonctionnement autorisant le chargement (STOP ou RUN-P).

Si la syntaxe est correcte, le bloc est ensuite transformé en code machine, enregistré et chargé par la commande système cible à charger, ou en sélectionnant tous les blocs et charger par la fonction de chargement dans la barre d'outils du SIMATIC Manager.

II.7.6 Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel :

Pour le test du bon fonctionnement du programme, le logiciel optionnel de simulation permet d'exécuter et de tester le programme dans un système d'automatisation qu'on simule dans l'ordinateur ou dans la console de programmation en y accédant par la fonction dans la barre d'outils.

Pour la recherche d'erreurs, des icônes de diagnostic permettent de déceler des défauts sur un module et indiquent l'état de ce dernier. Pour une CPU, par exemple, son état de fonctionnement est indiqué par RUN, STOP ou RUN-P.

Les icônes de diagnostic s'affichent dans la vue en ligne de la fenêtre du projet, dans la vue rapide (présélection) ou encore dans la vue de diagnostic « Diagnostic du matériel ».

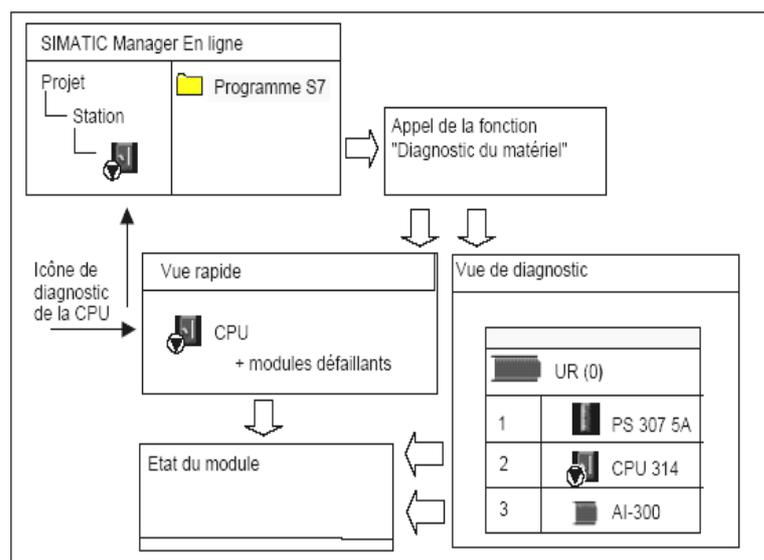


Figure II.22 : Diagnostic du matériel .

II.8 Conclusion :

On constate la facilité et la souplesse qu'offre L'API pour sa programmation, connexion, et adaptation aux conditions industrielles, avec toutes les fonctionnalités indispensables à l'automatisation des processus. La diversité des possibilités de mise en œuvre ainsi que son coût très intéressant, le rendent incontournable lors de l'élaboration d'une solution.

Mais il ne faut pas oublier qu'il est nécessaire d'avoir une bonne analyse du problème à résoudre tout en assurant le respect des règles d'installation.

Chapitre III

L'automate local industriel

PROFIBUS

III.1 Introduction

Dans le cadre d'une évolution conduisant une automatisation globale, l'automate est de moins en moins acheté « nu ». Et même si c'est le cas, il doit pouvoir être connecté à d'autres matériels à processeur afin de dialoguer avec les agents d'exploitation.

Il faut donc se pencher sur ses liens avec son environnement et les fonctions qu'il doit assurer, outre son rôle premier de commande d'un dispositif de production.

III.2 Définitions élémentaires

Terrain : indique un espace délimité géographiquement (usine, atelier...)

Bus : au sens informatique industrielle, il représente un conducteur ou ensemble de conducteurs communs à plusieurs circuits permettant l'échange de données entre eux et avec :

- Liaisons communes,
- Plusieurs circuits,
- Référence à la topologie de configuration .

Réseau : ensemble de lignes de communication qui relie une même unité géographique.

Bus/Réseau de Terrain : Terme générique d'un nouveau réseau de communication numérique, bidirectionnel, multi branches « multi-drop », série reliant différents types d'équipements d'automatismes :

- Entrées/Sorties,
- Capteurs/Actionneurs,
- Automate programmable,
- Calculateur.

III.3 Définition et normalisation PROFIBUS :

PROFIBUS (Process Field Bus) est un réseau de terrain ouvert, permettant de répondre à un large éventail d'applications dans les domaines concernant :

- Les procédés manufacturés
- Les procédés continus (conduite, régulation)
- La gestion des bâtiments (gestion technique centralisée, gestion technique du bâtiment)

PROFIBUS est issu des travaux initiés en 1987 par le ministère fédéral allemand pour la recherche technologique, comprenant un groupement de sociétés industrielles et instituts de recherche allemands, orchestré par Siemens AG.

PROFIBUS étant un réseau adhérent à la norme internationale ISO, adopte le modèle OSI (Open Systems Interconnections), qui définit un langage commun aux échanges de données entre stations d'un réseau fondé des règles d'interconnexion et des interfaces de transfert désignant « un protocole de communication ». Ce protocole construit sur sept couches, définit les éléments, structures et tâches nécessaires à toute communication. Chaque couche remplit une tâche bien précise dans l'architecture OSI.

Toutefois, à défaut d'être utiles, certaines couches peuvent en être exclues, c'est ainsi que PROFIBUS se cantonne aux couches 1,2 et 7.

| Emetteur | Récepteur | Désignation et rôle des différentes couches de l'édifice OSI | |
|-------------------------|-----------|--|--|
| 7 | 7 | Application | Véritable interface entre le réseau et le programme d'application, dotée de commandes applicatives (lecture, écriture) |
| 6 | 6 | Présentation | Représentation (codage) des données en vue de permettre leur analyse et interprétation par la couche suivante |
| 5 | 5 | Session | Établissement et libération de liaisons temporaires entre stations ; synchronisation des communications |
| 4 | 4 | Transport | Gestion de la transmission pour la couche 5 (erreurs d'acheminement, découpage en paquets) |
| 3 | 3 | Réseau | Établissement et libération de liaisons, mise en œuvre de mécanismes pour éviter la congestion du réseau |
| 2 | 2 | Liaison de données | Gestion des règles d'accès au bus (<i>Medium Access Control</i> , MAC) et de sécurisation des échanges |
| 1 | 1 | Physique | Caractéristiques mécaniques, électriques et fonctionnelles de la liaison (connectique, codage et débit des signaux) |
| Support de transmission | | | |

Figure III 1 : Les sept couches du modèle OSI

III.4 Variantes du réseau :

PROFIBUS se décline en trois variantes de protocole, répondant chacune à des finalités métiers et applications spécifiques.

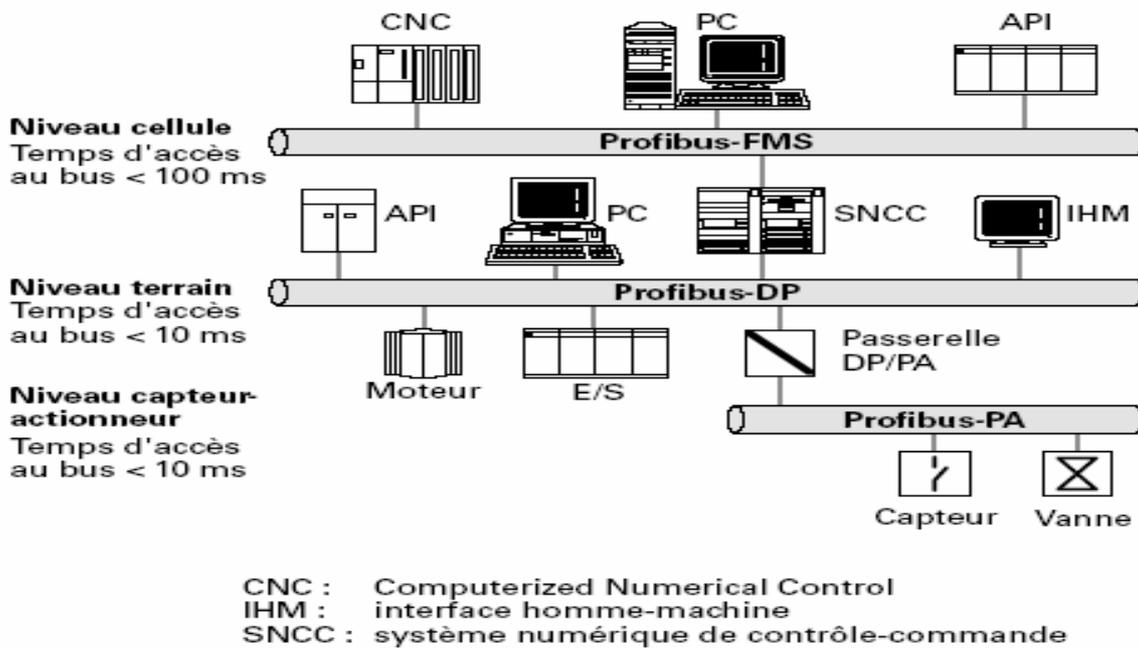


Figure III 2 : Classification des réseaux PROFIBUS

III.4.1 PROFIBUS-DP (Decentralized Peripheral)

Destiné aux applications maître-esclave en mono maître pour la gestion des équipements d'entrées/sorties déportées avec des temps d'accès extrêmement courts. Le fonctionnement multi maître est possible.

III.4.2 PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message spécification)

Destiné pour des applications nécessitant l'échange entre maîtres pour la synchronisation d'activités contrôle-commande, basé sur la messagerie MMS (Manufacturing Message Specification)

III.4.3 PROFIBUS-PA (Process Automation)

Destiné aux applications de contrôle de processus nécessitant la communication avec des équipements (capteur, actionneurs) permettant une télé-alimentation des équipements et un fonctionnement avec sécurité intrinsèque en ambiance explosive.

III.5 Principe d'accès au PROFIBUS

PROFIBUS met en œuvre un modèle de communication de type maître-esclave selon un type d'accès au bus de nature hybride, comme le montre la figure suivante.

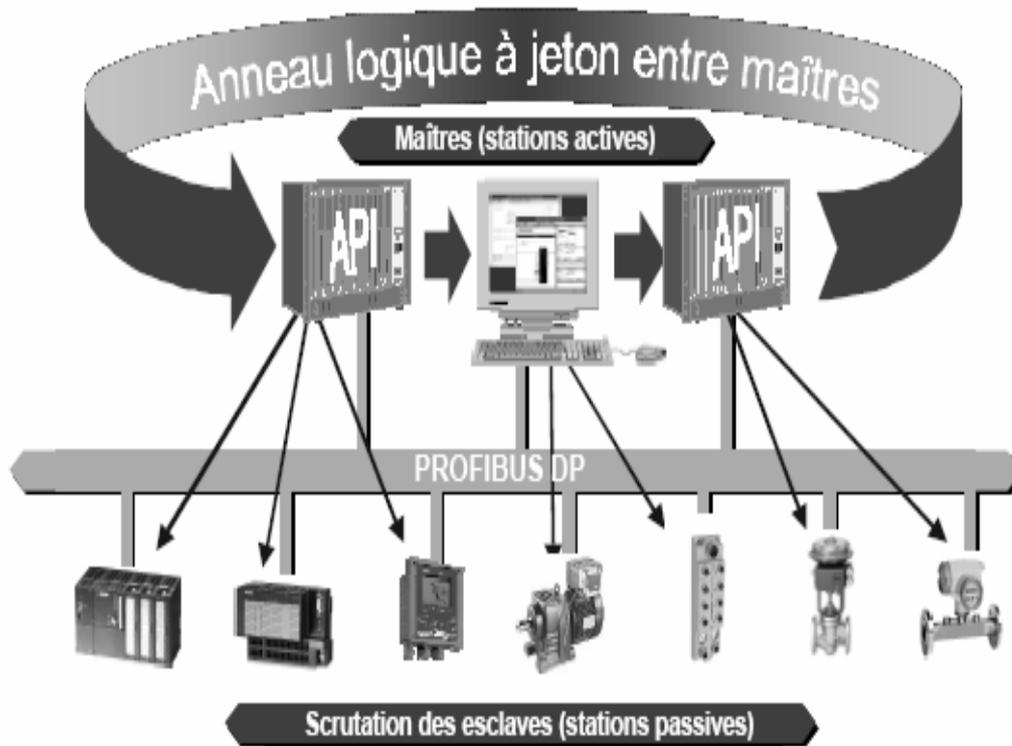


Figure III 3 : Principe d'accès au BUS

Les équipements maîtres appelés stations actives, dirigent la transmission de données sur le bus et émettent librement des messages, sous réserve d'obtenir le droit d'accès au médium, déterminé par le passage d'un jeton.

Les équipements esclaves appelés stations passives sont des équipements périphériques (blocs d'entrées/sorties, vannes, transmetteurs de mesure...) qui n'ont pas le droit d'accès au bus. Leurs fonctions se limitent à l'acquittement des messages reçus des maîtres.

La nature hybride du principe d'accès au réseau implémenté par PROFIBUS permet de :

- D'une part une communication entre les stations maitres par le mécanisme de passage de jeton sur le bus, déterministe et adaptatif.
- D'autre part une communication simple de type maitre-esclave entre la station maitre et les équipements esclaves auxquels elle veut s'adresser.
- Chaque station maitre (station active) disposant du droit d'accès au bus figuré par le passage de jeton, qui est constitué d'une trame spéciale est libre d'accéder à tout esclave (station passive) connectée au réseau.

III.6 Structure des télégrammes

Les informations sont transmises sur les réseaux PROFIBUS par des séquences d'Octets appelées Télégrammes, constitués d'une série d'octets contrôlés par un bit de parité paire et transmis en mode asynchrone, encadré d'un bit Start (Niveau Logique 0) et Stop (Niveau Logique 1)

III.7 Les techniques de transmission

Rappelons que la couche 1 du modèle OSI assure la transmission physique des données. Elle en définit donc les caractéristiques électriques et mécaniques : type de codage et interface normalisé.

PROFIBUS spécifie plusieurs versions de couches « physique » selon la technique de transmission, qui sont toutes conformes aux normes CEI61158 CEI61784.

III.7.1 Transmission RS485

RS485 est une technique de transmission simple et économique convenant surtout aux tâches exigeant des débits élevés. Son support de transmission est la paire torsadée blindée.

La structure du bus permet l'ajout ou le retrait de stations ou la mise en service par étape du réseau sans répercussion sur les autres stations. Les extensions futures ne pénalisent pas les stations en exploitation. A cela s'ajoute la possibilité d'exploiter cette liaison en zone à sécurité intrinsèque.

III.7.2 Transmission optique

Certaines applications de bus s'accrochent mal à la transmission filaire.

C'est le cas des milieux industriels à forte pollution électromagnétique ou des réseaux à longue portée, des contraintes auxquelles remédie parfaitement la fibre optique.

CONCLUSION :

PROFIBUS propose des architectures de communication ouvertes et bien adaptée aux domaines d'application des réseaux locaux industriels. Il offre une mise en œuvre aisée et paramétrage flexible, ce qui explique en grande partie son grande utilisation dans l'industrie.

Chapitre IV

Supervision avec WINCC

IV. Introduction :

Autrefois, pour pouvoir suivre chaque phase du procédé et intervenir dans le cas échéant, il fallait câbler les voyants, interrupteurs et boutons poussoirs. Lorsqu'il s'agissait de procédés complexes, il fallait avoir recours à des synoptiques coûteux. Ces solutions appartiennent maintenant au passé. En effet, avec le développement de l'informatique il est devenu possible de traiter des données dans le domaine industriel grâce à des vues préalablement créées et configurées à l'aide d'un logiciel adéquat.

Le logiciel de supervision est une entité capable de présenter à l'opérateur des informations utiles, afin qu'il prenne à temps les bonnes décisions pour la conduite du procédé. Il a essentiellement pour mission de collecter les données (acquisition et stockage) et les mettre en forme (traitement), afin de les présenter à l'opérateur (supervision).

IV.1. Emplacement de la supervision :

La supervision se situe au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production. Il est donc essentiel de présenter à l'opérateur, sous forme adéquate, les informations sur le procédé, indispensables pour une éventuelle prise de décision. Cette présentation passe par les images synthétiques qui représentent un ensemble de vues. Le processus est représenté par un synoptique comprenant des images et objets animés, par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs. Outre le synoptique, on trouve aussi des vues d'alarme, de statistique, de régulation...etc.

IV.2. Constitution d'un système de supervision :

La plus part des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques.

IV.3. Module de visualisation :

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

IV.4. Module d'archivage :

Il mémorise des données (alarme et événement) pendant une longue période et permet l'exploitation des données pour des applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de production.

IV.5. 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.

IV.6. Module de communication :

Il assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques (figure V.8).

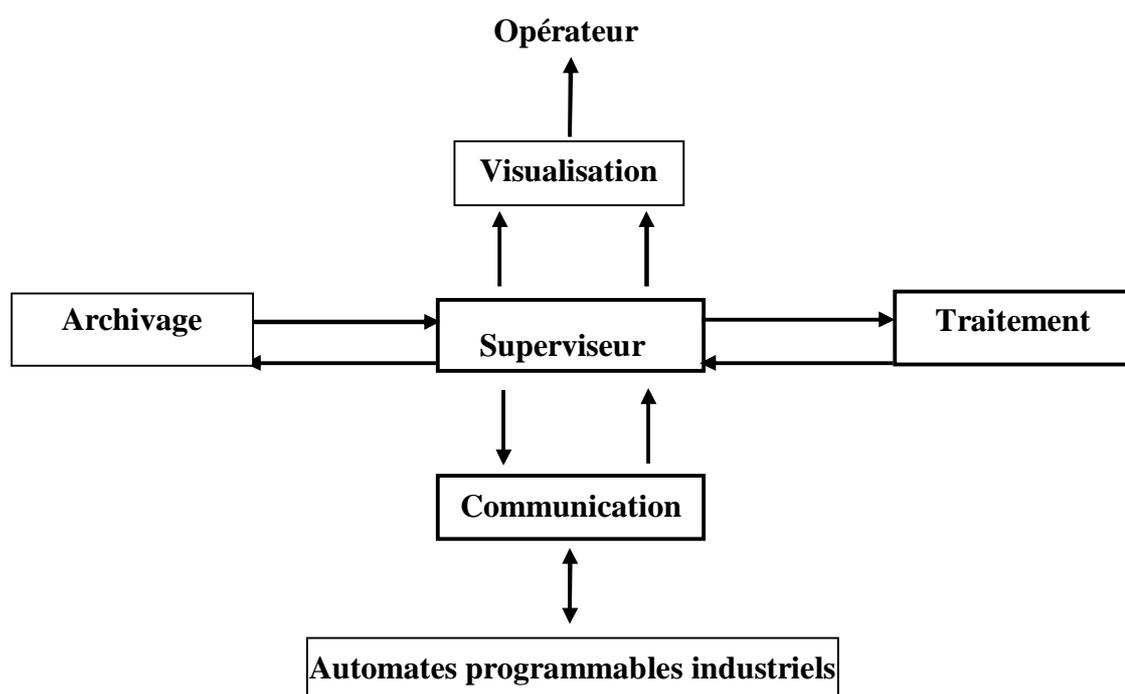


Figure IV 1 : Principe de communication.

IV.7. Apport de la supervision :

La supervision a eu un impact considérable sur le monde industriel, tant pour les exploitants que pour les entreprises.

- **Apport pour le personnel :**

-La supervision permet de dégager les exploitants des tâches délicates, surtout dans des milieux hostiles et de ne les réserver que pour des tâches importantes. Elle permet de rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et améliore les conditions de travail.

-La supervision permet à l'opérateur de suivre le fonctionnement du procédé et d'effectuer des tâches de routine facilement (vérification des paramètres, inspection de l'installation...).

- **Apport pour l'entreprise :**

L'effet de la supervision sur l'entreprise est considérable, elle permet entre autre :

-Respecter les délais en diminuant le nombre de pannes et en réduisant le nombre de dépannages.

-Améliorer et maintenir la qualité, ceci se fait par le maintien des équipements dans un bon état de fonctionnement.

-Réduire les coûts en diminuant les pertes de production liées aux pannes.

IV.8. Application développée sous WinCC :

Le programme de supervision que nous avons développé a été élaboré avec le logiciel WinCC (Windows Control Center), développé par SIEMENS.

Il est caractérisé par sa flexibilité c'est-à-dire qu'il peut être utilisé pour les composants hors SIEMENS. Il nous permettra la visualisation du fonctionnement de la machine à tout moment de fonctionnement.

WinCC constitue la solution de conduite et de supervision de procédés sur ordinateur, pour système monoposte et multiposte, et permet le transit des informations sur l'Internet.

Il offre une bonne solution de supervision car il met à la disposition des opérateurs des fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles.

IV.9 Procédure de programmation avec application

Les principales étapes suivies pour créer notre application sous WinCC sont :

1. Créer un projet.
2. Sélectionner et installer l'API.
3. Définir les variables dans l'éditeur stock de variable.
4. Créer et éditer les vues (vue d'accueil, vue de tous les blocs) dans l'éditeur Graphics Designer.
5. Paramétrer les propriétés de WinCC runtime.
6. Activer les vues dans le WinCC runtime.
7. Utiliser le simulateur pour tester les vues du process.

On présentera la procédure que nous avons suivie pour réaliser la supervision d'une station.

Le projet monoposte créé est appelé chaudière.

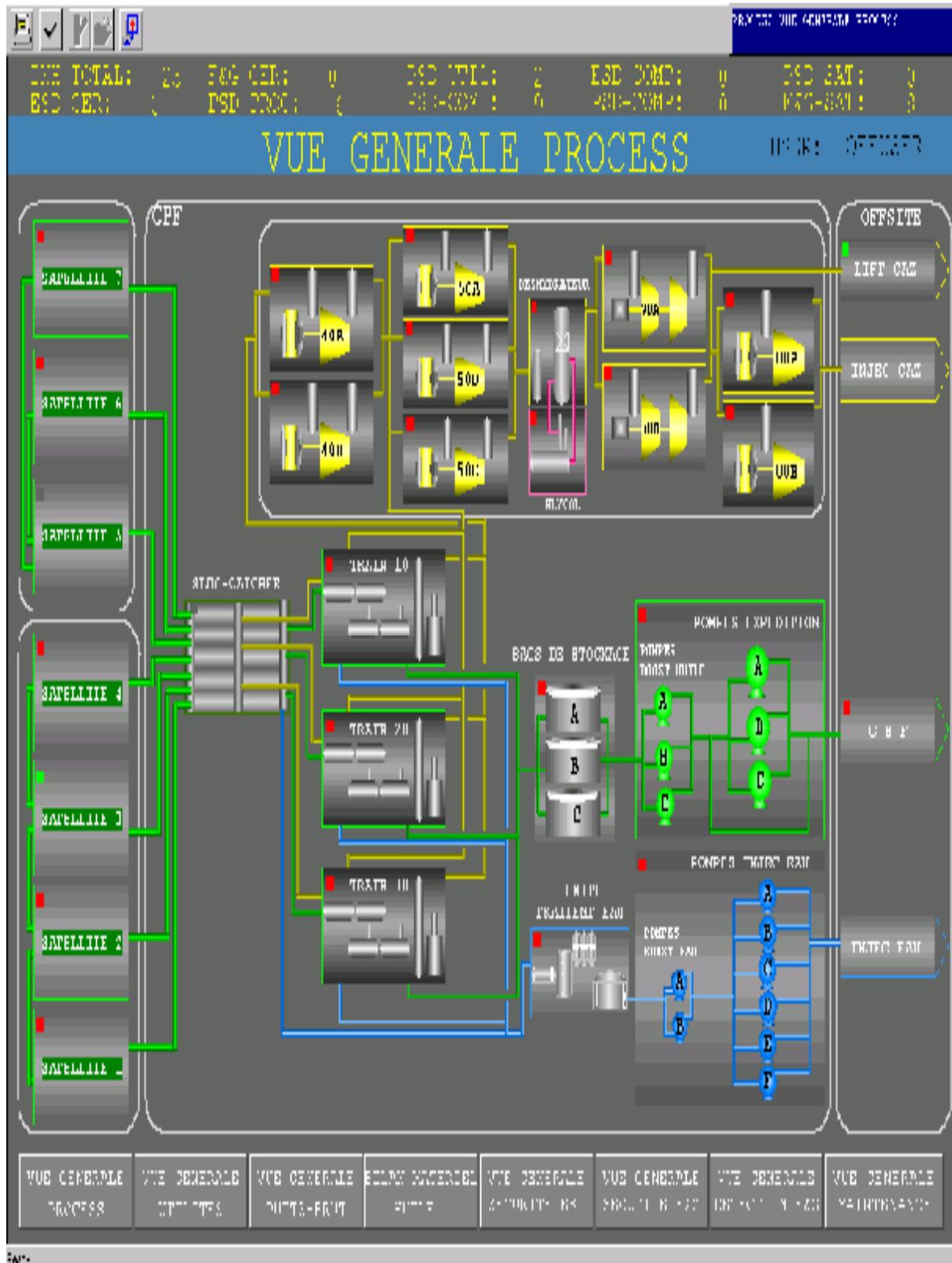
Puis on procède à la configuration du système de supervision pour assurer la communication entre l'API S7-300 avec WinCC. Pour ce faire nous avons sélectionné à partir de l'éditeur stock de variables, le pilote « SIMATIC S7 Protocol suite » et choisi PROFIBUS II comme réseau de communication.

L'étape suivante est l'introduction des variables de procès. Ces variables correspondent à des variables manipulées par le programme de l'API S7-300.

Une telle variable peut être par exemple la position du coulisseau de la presse, délivrée par les deux capteurs de position inférieur ou supérieur est enregistrée dans l'API S7-300 pour être enfin communiquée à WinCC.

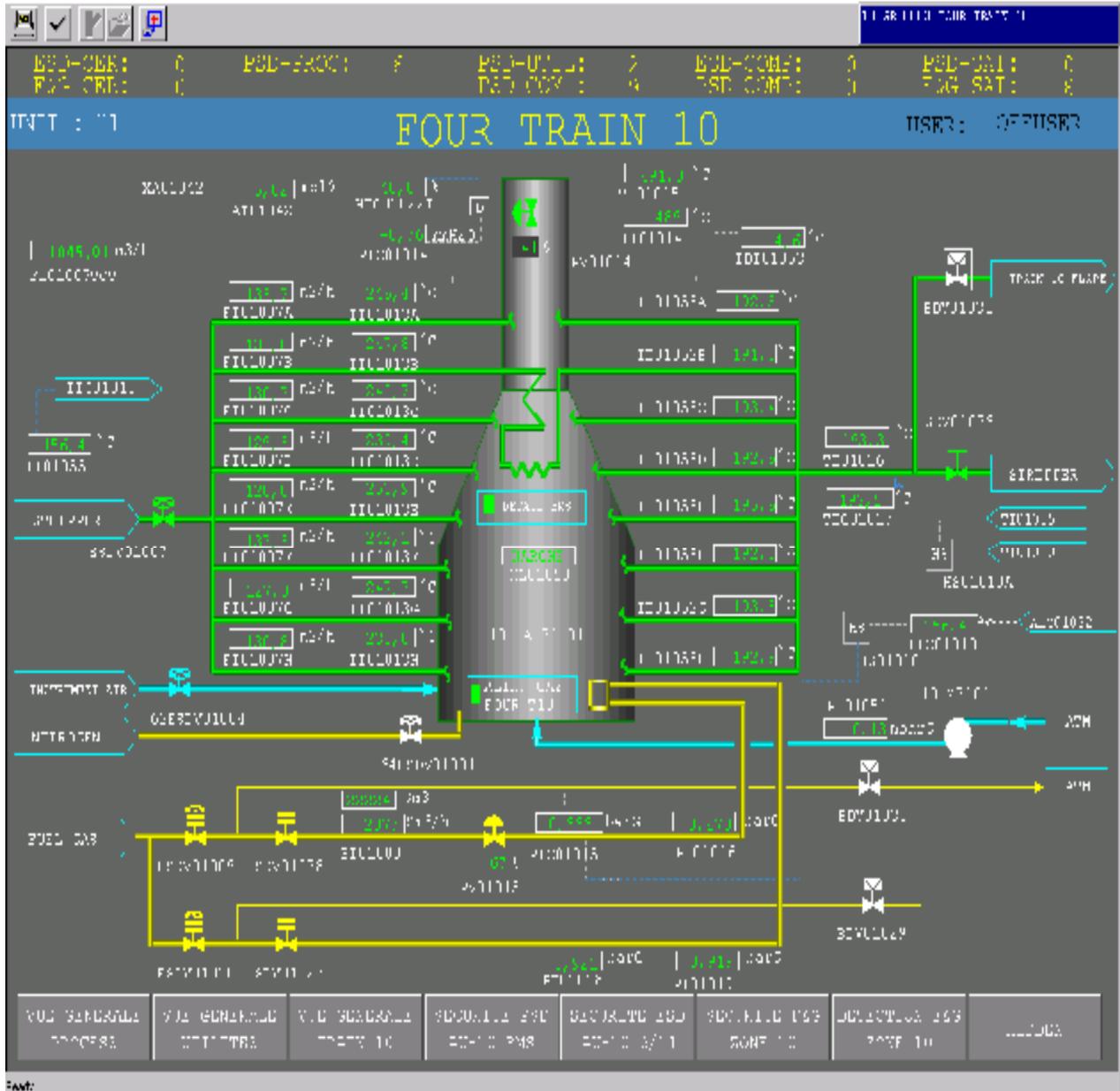
L'étape d'après est la création des vues dans l'éditeur « Graphic designer ». Ce dernier nous a permis d'insérer les différents types d'objets dont on a besoin, grâce à la palette d'objet et la bibliothèque interne du WinCC.

Pour ce faire on crée la vue d'accueil, qui contient les boutons de navigation à partir desquels on peut choisir la vue à visualiser.



Vue générale -ACCEUIL-

Après la création de la vue d'accueil on fera de même pour les autres vues. Ensuite on doit configurer les boutons qui serviront à basculer de la vue d'accueil vers les autres vues, ainsi de ces autres vues vers la vue d'accueil.



Vue générale -FOUR TRAIN 10-

Une fois les vues réalisées et la configuration des boutons de navigation effectuées, on passera à la dynamisation des objets en leur affectant les variables correspondantes.

IV.10 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans l'industrie que nous avons élaboré sous le logiciel WinCC et montrer les vues qui permettent de suivre l'évolution du procédé en fonction du temps.

Chapitre V

Gestion du four et développement d'un superviseur

V-Introduction

L'hydrocarbure liquide (pétrole brute) doit-être porté à une température assez importante nécessaire à la vaporisation du gaz qu'il contient et cela est assuré par un Four qui occupe le fond de la colonne de stabilisation.

V-1 Description du système :

A la sortie de la colonne de stabilisation le brut subira un réchauffement au niveau du four afin d'apporter la chaleur nécessaire à la vaporisation et de le ramener aux normes de la commercialisation (densité, TVR, salinité), il sera ensuite renvoyer vers la colonne de stabilisation et enfin vers les lignes d'expédition.

Chaque four, dans les trains 10, 20 et 30 possède son LCP (Local Control Panel) qui facilite son démarrage toutefois si on veut le faire manuellement.

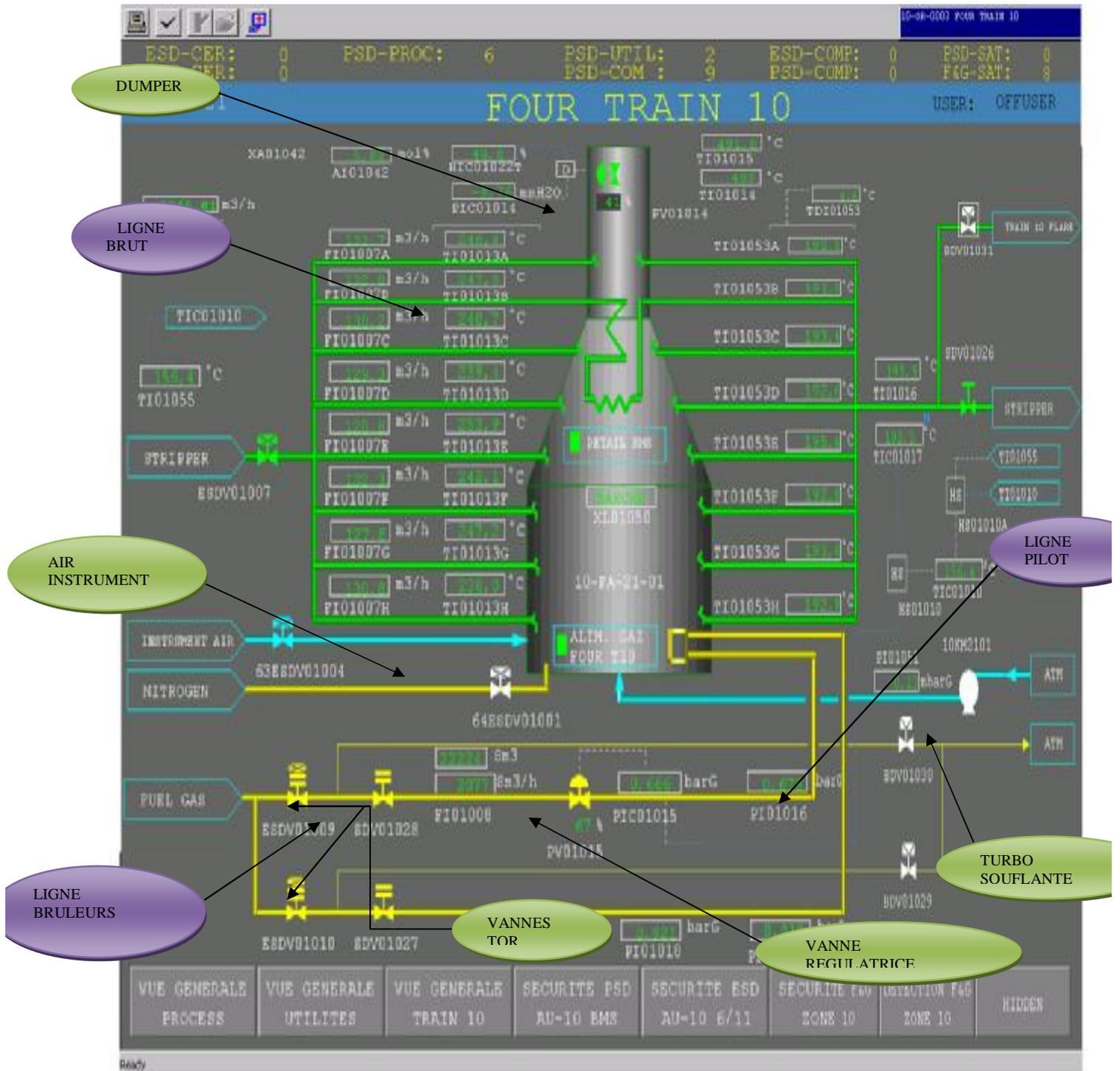
Les opérations normales se font à partir de ce panneau de contrôle local, en utilisant les commandes manuelles et l'instrumentation locales.

V-2 Instrumentation du four :

Le four est équipé d'un ensemble de capteurs et d'actionneurs nécessaires pour le contrôle des principaux paramètres physiques, à savoir la pression, le débit et la température. La figure suivante met bien en évidence les différents instruments existants autour du four qui sont répartis en trois lignes servant à son alimentation.

Sur cette figure, on distingue clairement trois lignes de conduite :

- ü Ligne de conduite pour le gros gaz (gaz bruleur),
- ü Ligne de conduite pour le gaz pilote,
- ü Ligne de conduite de brute.



En plus des instrumentations qu'on trouve habituellement dans n'importe quelle installation, le four est aussi équipé:

- ✓ Des brûleurs
- ✓ Des pilotes
- ✓ Un moteur qui met en service la soufflante
- ✓ Des purges
- ✓ Dumper (registre)

Voici un tableau récapitulatif des différents instruments existant dans le four.

V-2-1 Commutateurs de manœuvre et lampes de signalisation sur le LCP :

Le LCP est composé d'une face avant où on trouve les différents boutons poussoirs, sélecteurs grâce auxquels l'opérateur peut intervenir et effectuer son démarrage.

On trouve également :

Juste à coté du LCP, LCP BMS Contrôleur Registre (gestionnaire du registre).

Il est composé de :

- Régulateur PV014 du Dumper
- Commande MV
- Sélecteur HS021 local /distance

| Element | Tag | Description |
|-------------|---------|--|
| Push button | 21HS050 | Arrêt d'urgence, activer l'ESD |
| Push button | 21HS051 | Démarrer la séquence BMS |
| PB | 21HS052 | Validation qui confirme 8 brûleurs au minimum (allumage du four terminé) |
| PB | 21HS053 | Ouvre la vanne Gaz pilote |

Chapitre V Gestion du four et développement d'un superviseur

| | | |
|-------------------------------|---------|--|
| PB | 21HS054 | Ferme la vanne Gaz pilote |
| PB | 21HS055 | Ouvre la vanne Gaz bruleurs |
| PB | 21HS056 | Ferme la vanne Gaz bruleurs |
| Sélecteur | 21HS057 | Sélectionner pilotes/bruleurs |
| BP | 21HS058 | Allumage. |
| Interrupteur ON | | Bypass circuit (circuit de dérivation) |
| Lampe d'indication | 21XL051 | Permissivité de purge |
| Lampe d'indication | 21XL052 | Purge complete |
| Lampe d'indication | 21XL053 | Purge en cour |
| Lampe d'indication | 21XL054 | Purge complète et allumage de la veilleuse permise |
| Lampe d'indication | 21XL063 | Flamme allumée |
| Lampe d'indication | 21XL062 | Prêt pour allumage bruleur pilote |
| Lampe d'indication | 21XL061 | Débit de purge d'air mis en place |
| Lampe d'indication | 21XL071 | Permission pour éteindre bruleurs principaux |
| Lampe d'indication | 21XL072 | Prêt pour éteindre bruleurs principaux |
| Lampe d'indication | 21XL050 | Four en marche |
| Indication Alarme | 21XA081 | MFT système de sécurité supplémentaire |
| Indication Alarme | 21XA082 | Difficultés dans Bruleur |
| Indication Alarme | 21XA085 | Alarme commune |
| Indication Alarme | 21XA086 | Purge en rupture |
| Indication pour Fin de course | 01ZL009 | LS pour vanne ESDV009 |
| Indication Fin de course | 01ZL010 | LS pour vanne ESDV010 |
| Indication Fin de course | 01ZL027 | LS pour vanne SDV027 |
| Indication Fin de course | 01ZL028 | LS pour vanne SDV028 |
| Indication Fin de course | 01ZL028 | LS pour vanne BDV029 |
| Indication Fin de course | 01ZL030 | LS pour vanne BDV030 |

V-2-2 Instrumentations sur la ligne Gaz pilote

| | | |
|-----------------------------|-----------|--|
| Vanne TOR | 21ESDV010 | Vanne de sécurité ouverte pendant le fonctionnement normal et se ferme en cas de détection Feu/Gaz avec intervention humaine pour la réarmer |
| Vanne TOR | 021SDV027 | Vanne de sécurité pour le process |
| Vanne TOR | 021BDV029 | Vanne de purge vers l'atmosphère du gaz pilote, fermée pdt le fonctionnement normal et s'ouvre en cas de détection Feu/Gaz |
| Vanne autorégulatrice | 021DCV017 | Se règle mécaniquement en fonction d la pression à son aval |
| Transmetteur de PRESSION | 021PT018 | Capte et transmet la pression vers le BMS et à un PI dans la CCR |
| Indicateur de pression | 021PI049 | Indique localement la pression |
| Transmetteur de PRESSION | 021TT019 | Transmit la pression vers la CCR |

V-2-3 Instrumentations sur la ligne Brut

| | | |
|-------------------------|------------|---|
| Vanne TOR | 021ESDV009 | Vanne de sécurité ouverte pdt le fonctionnement normal et s'ouvre en cas de détection Feu/Gaz avec intervention d'un opérateur pour la réarmer. |
| Vanne TOR | 021SDV028 | vanne de sécurité, ouverte à l'état normal et se ferme en cas d'anomalie |
| vanne de torchage | 021BDV030 | Vanne d'échappatoire d'air, fermée à l'état normal et s'ouvre en cas d'alarme |
| transmetteur de debit | 021FT008 | Transmet le débit vers la CCR |
| orifice du transmetteur | 021FE008 | Selon la différence de pression sur cette ligne, il donne le débit |

| | | |
|--------------------------------------|-----------|---|
| Vanne de regulation | 021PV015 | Met en œuvre le signal émet par le régulateur PIC015 |
| indicateur et régulateur de pression | 021PIC015 | Reçoit un signal de la CCR et une valeur mesurée à partir du transmetteur local et selon la différence, il régule l'ouverture ou la fermeture de la vanne PV015 |
| transmetteur de pression | 021PT016 | Capte te transmet la pression vers la CCR et BMS |
| Indicateur de pression | 021PI048 | Indique localement la pression sur cette conduite |

V-2-4 Instrumentations sur la ligne Gaz Bruleur

| | | |
|--------------------------------------|------------|---|
| Vanne TOR | 021ESDV009 | Vanne de sécurité ouverte pdt le fonctionnement normal et s'ouvre en cas de détection Feu/Gaz avec intervention d'un opérateur pour la réarmer. |
| Vanne TOR | 021SDV028 | vanne de sécurité, ouverte à l'état normal et se ferme en cas d'anomalie |
| vanne de torchage (échappement) | 021BDV030 | Vanne d'échappatoire d'air, fermée à l'état normal et s'ouvre en cas d'alarme |
| transmetteur de debit | 021FT008 | Transmet le débit vers la CCR |
| orifice du transmetteur | 021FE008 | Selon la différence de pression sur cette lige, il donne le débit |
| Vanne de regulation | 021PV015 | Met en œuvre le signal émet par le régulateur PIC015 |
| indicateur et régulateur de pression | 021PIC015 | Reçoit un signal de la CCR et une valeur mesurée à partir du transmetteur local et selon la différence, il régule l'ouverture ou la fermeture de la vanne PV015 |
| transmetteur de pression | 021PT016 | Capte te transmet la pression vers la CCR et BMS |
| Indicateur de pression | 021PI048 | Indique localement la pression sur cette conduite |

V-2-5 Air instrument:

| | | |
|------------------------|-------------|--|
| Vanne TOR (sécurité) | 63 ESDV 004 | Nettoyer les détecteurs de flamme (Scanners) |
| Indicateur de pression | 21 PI0 47 | Indique la pression localement |

V-2-6 Analyseur d'Oxygène

| | | |
|------------------------|-----------|---|
| Analyseur transmetteur | 21 AT 042 | Transmet le taux d'O ₂ à l'intérieur du Four vers la CCR |
| Analyseur indicateur | 21 AI 042 | Affiche le taux d'O ₂ (CCR) |
| Analyseur indicateur | 21 XA 042 | Envoie une alarme en cas de défaut |

V-2-7 Instruments A l'intérieur du Four

| | | |
|-----------------------------|-----------|---|
| Transmetteur de température | 21 TT 013 | Transmet la température superficielle des tubes du serpentin (A-H) vers CCR |
| Indicateur de température | 21 TI 013 | Affiche la température des tubes dans la CCR |

V-2-8 Damper (Registre)

| | | |
|--|------------|--|
| Transmetteur de pression | 21 PT 014 | Transmet la température de la section de radiation vers la CCR |
| Contrôleur, indicateur de pression dans la CCR | 21 PIC 014 | Traite le signal émet par le PT puis envoie un ordre d'ouverture ou de fermeture vers le PV014 |
| Bouton poussoir local | HS 21 021 | Sélectionner le mode de commande (à distance, locale) |

| | | |
|-------------------------------|------------|---|
| | | du registre. |
| Contrôleur, indicateur manuel | 21 HIC 022 | Contrôler localement l'ouverture ou la fermeture du registre. |
| Vanne de pression | 21 PV 014 | Vanne pour ouverture et fermeture du registre |

V-2-9 Instrumentations à la sortie du Four

| | | | |
|--|----|------------|---|
| Transmetteur de température | de | 21 TT 053 | Transmet la température de chaque passe (A-H) vers la CCR |
| Indicateur de température | de | 21 TI 053 | Affiche ces valeurs dans la CCR |
| Indicateur différentiel de température | de | 21 TDI 053 | Compare éventuellement entre une valeur prédéfinie à celle mesurée des passes. Le résultat sera affiché avec des seuils d'alarme. |
| Transmetteur de température | de | 21 TT 014 | Transmet la température de la section de convection vers la CCR |
| Transmetteur de température | de | 21 TT 014 | Transmet la température de la section de convection vers la CCR avec un seuil H |
| Transmetteur de température | de | 21 TT 015 | Transmet la température de la section de convection vers la CCR ainsi que vers le BMS |
| Indicateur de température | de | 21 TI 015 | Affiche cette valeur dans la CCR avec un seuil HH |

V-3 Aperçu du réchauffeur (principaux composants)

Les réchauffeurs sont à tirage naturel. Chacun d'entre eux comporte une section de radiation cylindrique verticale et une section de convection horizontale au dessus de la section de radiation.

Une conduite de cheminée est prévue pour évacuer les gaz de carneau à l'atmosphère.

Un réchauffeur comporte 16 ensembles de bruleurs à gaz à tirage naturel disposés de manière centrale à faible émission de NO_x (Ces gaz sont très polluants et la conception de ces réchauffeurs minimise bien l'émission de ces derniers).

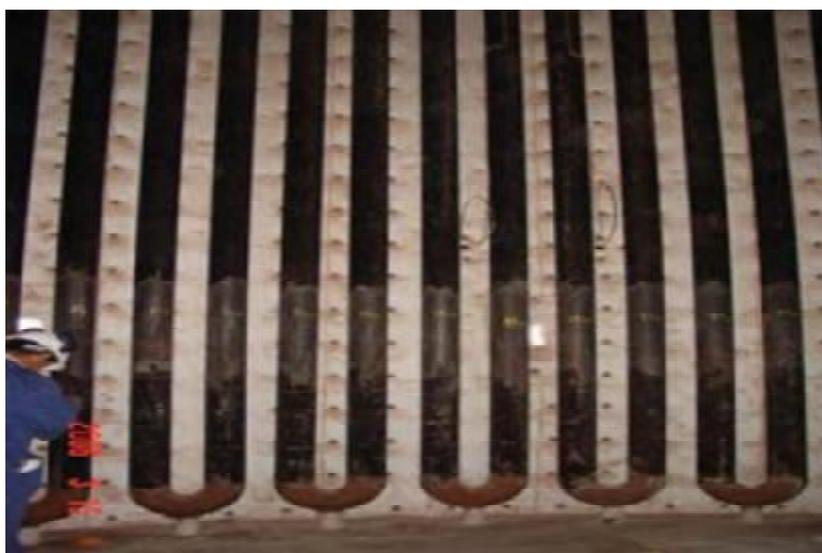
Voici quelques images illustrant les composants cités précédemment :



Image sur Site du FOUR



Bruleur



Serpentins



Thermocouples



Coude

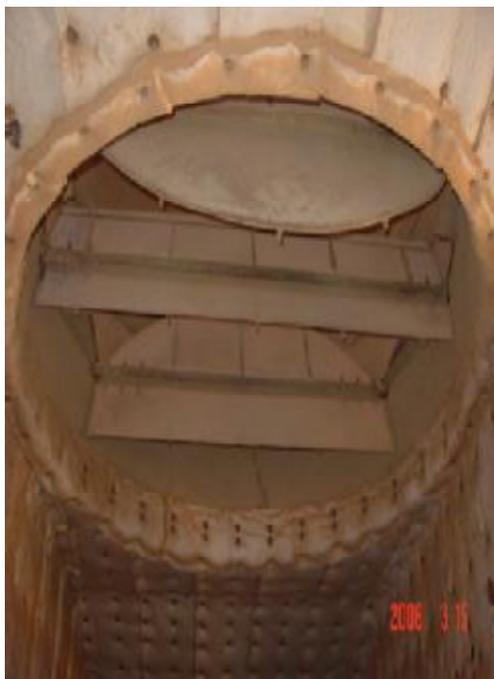
Zone de convection



Trou de visite de la zone de convection



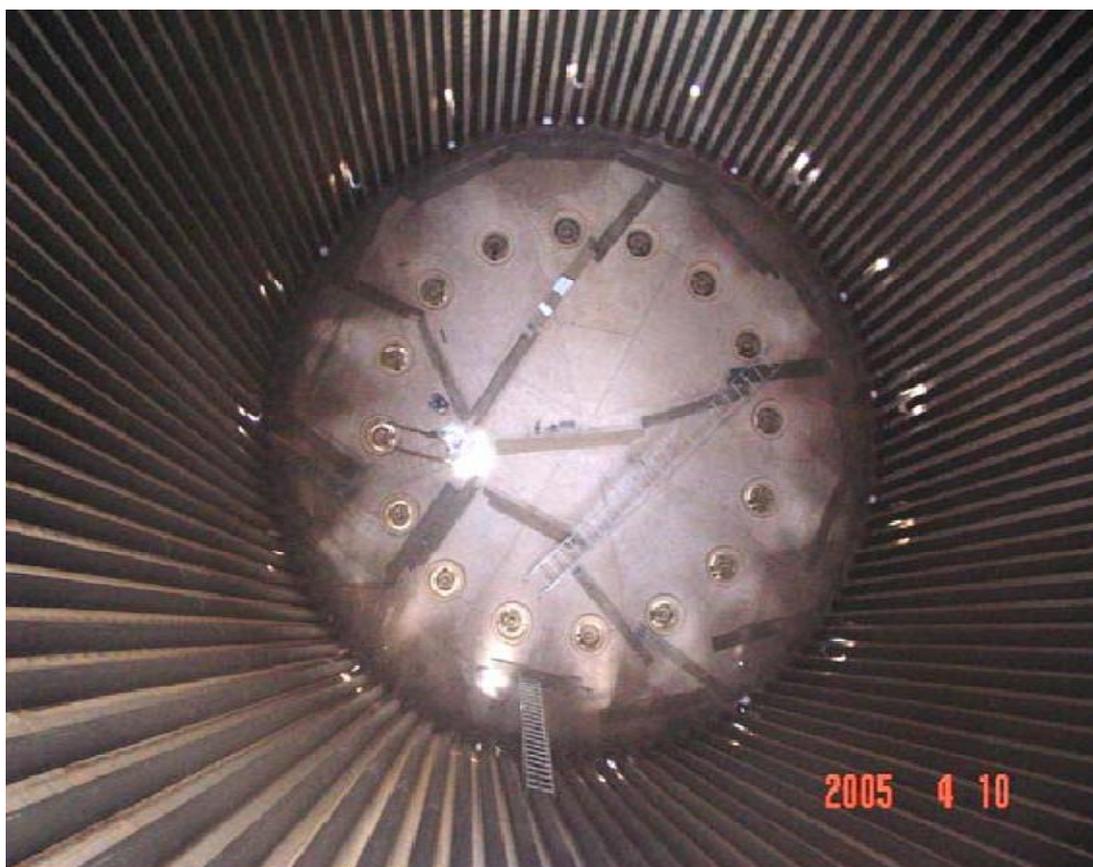
Revêtement (Réfractaire)



Registre ouvert à 100%



les huit passes conduisant le brut



Les seize Bruleurs du Four

Chaque réchauffeur est doté d'un système de gestion des brûleurs comportant un panneau de commande local **LCP** et des détecteurs de flamme de sécurité.

Chaque réchauffeur est doté d'un ventilateur de purge d'air destiné à purger les gaz inflammables avant l'allumage éventuellement présents à l'intérieur du réchauffeur.

V-4 Travaux de préparation avant mise en route

Toutes les parties (composants) intérieurs et extérieurs du réchauffeur, les conduites du processus, le circuit de combustible, le système de gestion des brûleurs et l'instrumentation doivent être vérifiés complètement en se conformant aux instructions d'exploitation et aux documents correspondants notamment.

- Le moteur du ventilateur :
 - Son circuit de câblage électrique
 - Lubrifiant (produit utilisé pour atténuer les frottements et ainsi améliorer leur résistance à l'usure)
 - Sens de rotation
 - Essai d'ouverture et fermeture du registre
 - Marche d'essai à vide et en charge
- Bruleurs :
 - Enlever tout corps étranger présent pour maintenir propre les pointes des brûleurs,
 - Vérifier le fonctionnement régulier du registre d'air,
 - La ligne de raccord du détecteur de flamme et la conduite d'air instrument doivent être nettoyés
- Conduites du processus
 - Vérifier en particulier les buses de connexion d'instrument et les joints pleins sur les buses de débit minimal à protéger,

- Nettoyer et purger les conduites,
- L'essai d'étanchéité pour tous les joints doit être effectué,
- Vérifier le fonctionnement régulier des vannes.
- Instrumentations :
 - Vérifier l'emplacement, le raccord et le câblage des instruments,
 - L'essai de fonctionnement et l'étalonnage doivent être vérifiés,
 - L'essai fonctionnel du BMS et l'essai de communication entre le tableau local LCP et le DCS doivent être effectués
 - Le réglage du détecteur de flamme, par ex.sa sensibilité et la mise au point du raccord au bruleur doivent être effectués.
- Séchage du graissage réfractaire (Lubrifiant utilisé pour faciliter le fonctionnement du four industriel)
 - Avant de mettre en service le Four, le graissage réfractaire (imperméable) doit être séché. Cette opération nécessite d'avoir lieu qu'une seule fois et cela avant le démarrage initial.
- Réchauffeur et cheminée :
 - examiner l'état du réfractaire isolant. Vérifier l'absence de fissures importantes,
 - Vérifier le fonctionnement régulier du registre de la cheminée et l'indication de position ouverte/fermée,
 - Vérifier le bon fonctionnement et l'étanchéité de toutes les portes (portes d'observation, portes antidéflagrante « Portes conçues pour le fonctionnement dans une atmosphère inflammable, explosive », portes d'accès et portes de visites).
- Circuit de combustible :
 - Vérifier les conduites d'alimentation en Gaz y compris l'agencement des vannes et le raccord vers les bruleurs,
 - Toutes les conduites doivent être parfaitement chassées à la vapeur ou à l'air comprimé,
 - Vérifier l'étanchéité (i.e. l'aptitude à ne pas laisser passer les fluides),

-Vérifier le fonctionnement régulier des vannes.

V-4-1 Exploitation du réchauffeur

Il est possible de mettre en service le réchauffeur à partir du panneau de commande local **LCP**, par une intervention manuelle de l'opérateur, en observant les directives relatives à la conduite en manuel. Voir également 'la logique narrative du BMS'

V-4-2 Préparation avant démarrage

Avant de mettre en service le réchauffeur, enlever le joint plein disposé au refoulement du ventilateur de purge d'air.

L'air instrument doit être admis vers chaque détecteur de flamme (**Scanners**). Si l'air instrument n'est pas admis, il peut se produire un dysfonctionnement du détecteur de flamme.

De plus, les commutateurs d'alimentation électrique (UPS et NON-UPS) sur le tableau de commande local doivent être mis en circuit. Quant le réchauffeur est en service, il ne faut en aucun cas mettre hors circuit ces commutateurs.

V-4-2-1 Réglage initial des registres/volets

Avant de mettre en service le réchauffeur, disposer les registres dans les positions suivantes ;

1. Registre d'aspiration du ventilateur d'air de purge ouvert complètement (manuellement),
2. Registres d'air des bruleurs ouverts à 50% (manuellement),
3. Sélecteur de mode de commande local/à distance du registre de la cheminée (HS-021) : mode de commande local,
4. Registre de marche/arrêt au refoulement du ventilateur de purge d'air fermé complètement (manuellement),
5. Registre de la cheminée(Dumper) (PV-014) ouvert complètement.

V-4-2-2 Confirmation de la disponibilité du fuel gaz

1. L'opérateur doit vérifier manuellement que toutes les vannes d'obturation de gaz pilote/gaz principal sur chaque admission de bruleur sont bien fermées,
2. L'opérateur doit rendre disponible l'alimentation en fuel gaz/gaz pilote,
3. La pression de gaz pilote normal (indiqué au PI-049 ou PI-019) doit être de 0,7 kg/cm².

V-4-2-3 Introduction du fluide du processus dans les tubes chauffants

1. Mettre en circulation le fluide du processus. Le débit du fluide du processus (FI-007 A à H) doit être réglé à 100% \pm 5% du débit normal conformément aux instructions d'exploitation du processus. (Pour éviter la fusion des tubes chauffants),
2. Vérifier que la distribution du flux est la même régulière à chaque passage (\pm 5%) dans toute condition d'exploitation.

V-4-3 Opération de démarrage

L'opération de démarrage du réchauffeur doit être effectuée conformément aux instructions suivantes et aux indications du Système de Gestion des Bruleurs BMS-tableau de commande local LCP

ü Purge du four

1. Avant de purger le four, l'opérateur doit confirmer que les conditions sont biens satisfaites. Dans ce cas, l'opérateur actionne le bouton « Démarrage du four » sur le LCP,
2. Une fois la lampe signalant la validation « Autorisation de purge » allumée, l'opérateur actionne le bouton « démarrage du ventilateur de purge d'air » situé sur le coté du ventilateur, et valide la marche du ventilateur d'air de purge. Ensuite, l'opérateur doit ouvrir complètement le registre marche/arrêt situé au refoulement du ventilateur d'air de purge,
3. L'opérateur doit assurer que les lampes de signalisation « débit d'air de purge établi » et « purge en cour » sont bien allumées,

4. Après **15min** de purge, les lampes signalant la « purge terminée/autorisation d'allumage du pilote » vont s'allumer et la lampe « purge en cours » s'éteint. De plus, le déclenchement (d'alimentation) du fuel principal se réinitialise automatiquement,

5. Enfin, l'opérateur ferme complètement le registre marche/arrêt du ventilateur d'air de purge, pousse le bouton « arrêt du ventilateur d'air de purge » situé sur le coté du ventilateur de purge, et assure que le ventilateur est bien arrêté.

Ü Allumage du pilote

1. l'opérateur doit appuyer sur le bouton « ouverture de la vanne de collecteur de gaz pilote », les vannes d'isolation du collecteur de gaz pilote (ESDV-010/027) vont alors s'ouvrir et le vanne de purge (BDV-029) va se fermer,

2. avant d'allumer le pilote, chaque registre d'air de bruleur doit être réglé à 25% d'ouverture,

3. Si toutes les conditions nécessaires pour allumer le bruleur pilote sont satisfaites, la lampe de signal « prêt pour l'allumage du bruleur pilote » s'allume,

4. Avant d'allumer le pilote l'opérateur doit s'assurer qu'il n'y a pas de combustible dans le four, en utilisant un détecteur de gaz combustible,

5. L'opérateur doit sélectionner le commutateur « sélecteur de bruleur » sur le LCP, puis il doit maintenir appuyé le bouton « allumage » sur le LCP et ouvrir manuellement la vanne de gaz pilote à l'admission du bruleur sélectionné. Pendant la période ou le bouton « allumage » est maintenu appuyé, l'étincelle électrique est allumée,

6. Le BMS alloue une période de 10 secondes pour valider l'allumage de la flamme. Si la détection de la flamme d'un certain bruleur pilote est validée, la lampe correspondante « flamme allumée » s'allume. A ce moment, le prochain bruleur pilote peut être allumé,

7. Si la détection de la flamme d'un bruleur pilote n'est pas validée, la lampe correspondante « flamme allumée » ne s'allume pas et l'opérateur doit fermer manuellement la vanne de gaz pilote correspondante immédiatement. L'allumage du bruleur pilote est désactivé et la lampe de signal « maintenir le lancement de l'allumage » va clignoter pendant une période de 60 secondes. Après 60 secondes, l'étincelle électrique peut être à nouveau alimentée par pression du bouton « allumage » par l'opérateur,

8. Si au moins un pilote n'est pas allumé dans un délai de 15min après la fin de la purge, une alarme sonore est déclenchée et la lampe de signal « prêt pour l'allumage du bruleur » va clignoter. L'opérateur doit alors s'assurer qu'il n'y a pas de gaz combustible provisoire. Après cela, l'on doit appuyer sur le bouton « reset » et l'on peut redémarrer l'allumage du bruleur,

9. L'opérateur doit allumer les bruleurs pilotes l'un après l'autre. En principe, tous les bruleurs pilotes doivent être allumés. L'allumage des bruleurs pilotes doit être réalisé symétriquement pour maintenir une bonne distribution de la chaleur dans le four. Après avoir allumé avec succès au moins quatorze bruleurs pilotes, la lampe de signal « autorisation d'allumage des bruleurs principaux » va s'allumer et la lampe de « prêt pour l'allumage du bruleur pilote » va s'éteindre.

10. L'opérateur doit s'assurer que les vannes d'admission de tous les bruleurs pilotes sont complètement ouvertes et doit vérifier la stabilité de la flamme de chaque bruleur pilote.

Ü Allumage du bruleur principal

La procédure d'allumage du bruleur principal doit s'effectuer en se conformant aux instructions suivantes.

Pendant la période d'allumage, l'opérateur doit surveiller la pression principale d'alimentation en fuel gaz et la pression intérieur du réchauffeur.

Il est important d'allumer et de faire fonctionner les bruleurs de la manière prescrite afin d'éviter qu'il ne se produise une température excessive

des gaz de carneau dans la section de radiation et des flux anormaux de gaz autour du serpent.

1. Avant d'allumer le bruleur principal, l'opérateur doit ouvrir légèrement la vanne de régulation de la pression de fuel gaz d'alimentation principale (PV-015) en manuel. De plus, chaque registre d'air de bruleur doit être réglé à une ouverture de 50%,
2. L'opérateur doit appuyer sur le bouton « ouverture de la vanne du collecteur de fuel gaz d'alimentation ». les vannes d'isolation du collecteur de fuel (ESDV-009/028) s'ouvrent alors et la vanne de purge (BDV-030) se ferme. L'alimentation en fuel gaz est fournie juste en amont des vannes d'admission de chaque bruleur principal,
3. Si les conditions d'allumage d'un bruleur principal sont satisfaites, la lampe de signal « prêt pour l'allumage du bruleur principal » s'allume,
4. Quant la présence de flamme du pilote est validée par le BMS, un signal d'autorisation d'ouverture est délivré par le BMS à la vanne d'arrêt automatique correspondante (SDV-030 A à P). l'opérateur doit alors réinitialiser la vanne d'arrêt automatique (SDV-030 A à P) par le commutateur manuel du Reset disposé sur la vanne. Après réinitialisation, la vanne automatique d'arrêt (SDV-030 A à P) s'ouvre,
5. Pendant l'opération d'allumage du bruleur principal, l'opérateur doit soutenir manuellement la pression du collecteur de fuel gaz à une « pression min » telle qu'elle est spécifiée dans la courbe du bruleur pour le fonctionnement des bruleurs principaux,
6. Après cela, l'opérateur doit ouvrir la vanne manuelle, une fois que la vanne d'arrêt correspondante (SDV-030 A à P) est ouverte, pour allumer manuellement le bruleur principal. Ouvrir progressivement la vanne d'admission du bruleur principal et allumer le bruleur en utilisant la flamme du bruleur pilote correspondant (pas celle du bruleur adjacent). L'opérateur doit vérifier que la flamme est bien stable,

7. Allumer les autres bruleurs principaux de la même manière que précédemment, l'un après l'autre. L'allumage des bruleurs doit être effectué symétriquement pour maintenir une distribution de chaleur régulière dans le four. Une fois allumé le dernier bruleur, vérifier les bruleurs et réajuster les bruleurs en fonctionnement si nécessaire,
8. Si l'allumage d'un bruleur échoue, fermer la vanne d'alimentation du bruleur. Ne pas réallumer aussitôt le bruleur,
9. Régler la flamme correctement et maintenir une forme de flamme courte et mince, autant que possible,
10. En principe, la vanne d'admission de fuel gaz de tous les bruleurs principaux doit être ouverte complètement.

- **En cas d'allumage manqué au cours de la période d'allumage des bruleurs principaux**

Si un signal d'extinction de flamme est déclenché par le détecteur de flamme au cours de la période d'allumage des bruleurs principaux, la vanne d'arrêt automatique correspondante (SDV-030 A à P) va se fermer automatiquement pour couper l'admission du fuel.

L'opérateur doit alors fermer manuellement les vannes manuelles correspondantes d'admission à la fois du bruleur pilote et du bruleur principal. L'opérateur doit éliminer la cause de l'extinction de la flamme. Ensuite, il doit ré-allumer le bruleur pilote.

Une fois que la flamme pilote est validée par le BMS, un signal d'autorisation d'ouverture est délivrée par le BMS à la vanne d'arrêt automatique correspondante (SDV-030 A à P) par un commutateur manuel disposé sur la vanne. Après réarmement, la vanne automatique d'arrêt (SDV-030 A à P) est ouverte.

Après s'être assuré de l'ouverture de la vanne automatique d'arrêt (SDV-030 A à P), l'opérateur doit ré-allumer le bruleur principal.

- **Monter progressivement le réchauffeur en température jusqu'aux conditions de marche normal.**

1. Une fois que le nombre de bruleurs nécessaires sont allumés (de préférence seize, mais au moins huit bruleur principaux), l'opérateur doit appuyer sur le bouton poussoir « allumage des bruleurs terminé » sur le LCP. La lampe indiquant le signal « prêt pour l'allumage des bruleurs principaux » s'éteint et la lampe de signal « four en marche » s'allume. Puis, le contrôle du BMS tel qu'il est mentionné précédemment démarre,

2. Il faut basculer manuellement le sélecteur de commande de registre en mode local/à distance sur le LCP en mode « commande à distance » dans un délai de 60 seconde après avoir appuyé sur le bouton « allumage des bruleurs terminé ». si tel n'est pas le cas, une alarme commune va se déclencher,

3. Au cours de la montée en charge du réchauffeur vers des conditions normales, la température des gaz de carneau dans la section de radiation (TI-014/015) est augmentée lors de la montée en augmentant le taux d'allumage de chaque bruleur. La taux d'élévation ne doit pas être supérieur à 100°C/heure,

4. Il faut vérifier la température des gaz de carneau (TI-014/015), la température de la gaine du tube (TI-013 A à H), la température de sortie du serpentín (TI-017 et/ou TI-053 A à H), etc. si l'on constate une condition inappropriée, il faut en rechercher les raisons et prendre les contre-mesures appropriées,

5. Au cours de la période de montée en température, la perte de pression par le réchauffeur et l'analyseur d'O₂ du gaz de carneau (AI-042). La pression au sommet de la section de radiation (PIC-014) doit être régulée par le registre de la cheminée (PV-014) afin de maintenir sa pression négative autour de -2.5 mmH₂O.

• **Condition d'exploitation normale**

Au cours de l'exploitation normale, la lampe de signal « four en marche » est allumée et le BMS contrôle la conformité des conditions de marche du réchauffeur, telles qu'elles sont mentionnées précédemment.

ü **Basculement en mode de régulation automatique**

Le réglage du tirage du réchauffeur et la régulation de la charge peuvent être disposées manuellement en mode de régulation automatique (mode de régulation cascade)

ü **Combustion du bruleur**

Il faut observer les points suivants afin de maintenir les réchauffeurs dans des conditions normales d'exploitation et éviter toute défaillance ou accident.

1. Le profil de la flamme des bruleurs doit être stable,
2. Il faut éviter que la flamme n'entre en contact avec les tubes de chauffage,
3. La pression d'alimentation du fuel vers les bruleurs (PI-048/PIC-015) doit être à une valeur appropriée,
4. En règle générale, tous les bruleurs doivent être allumés. le taux d'allumage de tous les bruleurs doit être similaire. Vérifier la pression d'alimentation du fuel gaz (PI-048/PIC-015),
5. Il faut ajuster le ratio d'air en excès pour maintenir une combustion optimale, Si le ratio d'air en excès est trop faible, il se produit de la fumée, du CO, et des hydrocarbures imbrulés, et cela peut provoquer une postcombustion dans le réchauffeur. L'air en excès peut être ajusté en réglant l'ouverture du registre de la cheminée et l'ouverture du registre de chaque bruleur. L'air en excès spécifique calculé pour ces réchauffeurs est de 15%,
6. Etant donné qu'une combustion anormale est souvent due aux conditions d'alimentation en fuel, il faut vérifier le fuel en se basant sur les spécifications des fuels et des bruleurs,

7. En cas d'augmentation de charge du réchauffeur, il faut d'abord augmenter le débit d'air de combustion. En cas de baisse de charge du réchauffeur, il faut d'abord diminuer le débit d'admission de fuel.

Ü Pression de gaz de carneau à l'intérieur du réchauffeur

La pression du gaz de carneau en tout point à l'intérieur du réchauffeur doit être maintenue négative. La pression du gaz de carneau (PI-014) au sommet de la section de radiation doit être réglée à environ -2.5 mm Hg dans les conditions d'exploitation.

Une haute pression est due à « trop d'air en excès » et/ou « positionnement trop fermé du registre de la cheminée (PV-014) »

Ü Tubes du réchauffeur

1. Inspecter visuellement les tubes du réchauffeur, vérifier qu'il n'y a pas de déformation, de renflement, de points chauds ni de couler anormale sur leurs surfaces,

2. La température de surface des tubes (TI-013 A à H) doit être surveillée et enregistrée périodiquement par des thermocouples sur la surface du tube. La température des attendue est d'environ 256 deg.C (la température de calcule du tube est de 290° C).

Ü Fluide du processus

1. Afin de maintenir la température du film du processus et la température de surface des tubes la plus basse possible, le débit du fluide de processus doit être le maximum possible,

2. Fondamentalement, la vanne de fluide du processus à l'entrée de chaque passe doit être complètement ouverte. L'ouverture de la vanne doit être réglée de façon à ce que la distribution du fluide de processus vers chaque passe soit maintenue de manière régulière.

Ü Divers

1. Il faut actionner le registre de la cheminée (PV-014) avec prudence. Il ne doit pas être actionné brutalement, car cela pourrait provoquer de fortes fluctuations

de la pression interne du réchauffeur. La température du gaz de carneau dans la section radiante (TI-/014/015) ne doit pas être trop élevée. Si elle est trop élevée, cela peut provoquer une formation de coke sur le tube ou produire une flamme du brûleur trop longue. La température d'alarme haute est de 750° C et la température maxi de déclenchement est de 846° C,

2. Les données d'exploitation doivent être enregistrées régulièrement.

ü **En cas d'extinction de flamme dans des conditions d'exploitation normale**

En cas d'extinction de flamme au cours de l'exploitation normale, il faut ré allumer le brûleur pilote et les brûleurs principaux de la manière décrite précédemment.

S'il se produit une extinction de flamme au moins sur 3 brûleurs, un arrêt du réchauffeur va être déclenché par le Master Fuel Trip (système de déclenchement maître du réseau de fuel)

V-4-4 Arrêt normal (désiré)

1. Avant de lancer une opération d'arrêt, il faut basculer le système de régulation en mode manuel. De plus, les fonctions/le signal de déclenchement doivent être dérivés (neutralisés), si nécessaire,

2. Le refroidissement doit s'effectuer lentement (de préférence, à un taux $\leq 100^\circ$ C/heure de baisse de température du gaz de carneau dans la section de radiation (TI-014/015) en réduisant le taux d'inflammation des brûleurs,

3. Arrêt des brûleurs

- Une fois que le taux d'inflammation des brûleurs a été réduite jusqu'au minimum, fermer les vannes d'alimentation de gaz des brûleurs l'une après l'autre,

- Après extinction de tous les brûleurs principaux, éteindre les brûleurs pilotes l'un après l'autre.

Dans le cas ou au moins trois bruleurs son éteints et que le signal de détection de flamme n'est pas dérivé (neutralisé), l'arrêt principal (master) d'alimentation de fuel est déclenché.

4. Quand un signal d'extinction de flamme est instauré par un détecteur de flamme, la vanne automatique d'arrêt correspondante (SDV-030 A à P) va être automatiquement fermée pour couper l'alimentation en fuel,

5. La circulation du fluide de processus doit être poursuivie jusqu'à ce que la température de sortie de serpentins (TIC-017) diminue jusqu'à atteindre au maximum 175°C. Une fois la circulation du fluide arrêtée, il faut purger tous les serpentins du processus ou les remplir avec milieu approprié, si applicable,

6. Fermer enfin tous les registres/volets en fonctionnement,

7. S'assurer que toutes les vannes d'arrêt de gaz de tous les bruleurs/bruleurs pilotes à chaque admission de bruleur sont bien fermées.

V-4-5 Système de déclenchement maitre d'alimentation en fuel (Master Fuel Trip –MFT)

En marche normal, le BMS contrôle les conditions de marche du réchauffeur telles que la détection de flamme. Si une condition de marche est anormale, le MFT est déclenché et le réchauffeur est arrêté dans des conditions de sécurité par le BMS.

Le MFT est initié par les conditions suivantes :

- a) Débit de fluide de processus haut maxi ou bas mini (FI-007 A à H)
- b) Température de sortie du serpentins haute maxi (TI-016)
- c) Température du gaz de carneau haute maxi (TI-015)
- d) Extinction de tous les bruleurs (BL-008 A à P)
- e) Pression basse mini du collecteur de gaz pilote (PI-018)
- f) Pression haute maxi ou basse mini du collecteur de fuel gaz (PI-016)

- g) Une vanne d'isolement sur la conduite de processus n'est pas ouverte (ESDV-007/026)
- h) Un des boutons d'arrêt d'urgence (sur la console de la salle de contrôle, sur le LCP ou sur site) est en position appuyé (HS-013/050/020)
- i) La colonne du stripper ou le rebouilleur du stripper est déclenché (arrêté)
- j) Niveau haut maxi du ballon de fuel gaz BP(45-LI-00004)
- k) Fluctuation maxi de température en sortie de serpentin (TDI-053)

Le MFT déclenche un arrêt complet du réchauffeur, en initiant (initialiser) les actions suivantes :

- a) Fermeture des vannes d'isolement du collecteur de fuel gaz (ESDV-009/028) et ouverture de la vanne de purge (BDV-029)
- b) Coupure de l'alimentation électrique des allumeurs
- c) Ouverture complète du registre de la cheminée (PV-014)
- d) La lampe témoin « MFT » s'allume et le lampe témoin « Four en service » s'éteint
- e) Fermeture de toutes les vannes d'arrêt automatique d'alimentation des bruleurs (SDV-030 A à P)

Dix secondes après le déclenchement du MFT, le BMS vérifie les conditions suivantes du réchauffeur :

Si l'ensemble des conditions suivantes n'est pas satisfait, une alarme commune est déclenchée.

1. Vanne d'isolement du collecteur de fuel gaz (ESDV-009/028) en position fermée et vanne de purge (BDV-030) en position ouverte,
2. Vanne d'isolement du collecteur de gaz pilote (ESDV-010/027) en position fermé et vanne de purge (BDV-029) en position ouverte (PV-014),
3. Toutes les vannes d'arrêt automatique d'alimentation des bruleurs (SDV-030 A à P) sont fermées.

Si toutes ces conditions sont satisfaites et qu'il n'y a plus de flamme dans le four 1 minute après le déclenchement du MFT, la lampe « demande de purge » s'allume.

Si toutes ces conditions sont satisfaites et qu'il subsiste une flamme dans le four 1 minute après le déclenchement du MFT, la lampe indiquant un « défaut de bruleur » s'allume et une alarme sonore est déclenchée

ü Réarmement manuel en cas de déclenchement de MFT

1. Appuyer sur le bouton « acquittement » sur le LCP, l'alarme sonore du LCP s'arrête, mais les lampes indiquant « MFT » ou « défaut de bruleur » restent allumées,
2. Rechercher la cause du MFT et remettre en état (les lampes témoins ci-dessus sont encore allumées). L'électrovanne (SOV-014) du registre de la cheminée doit être réarmée localement,
3. Appuyer sur le bouton « Réarmement » sur le LCP. Si la cause du « MFT » a été corrigée, les lampes témoins « MFT » et « Défaut de bruleur » s'éteignent.
4. S'assurer que les lampes témoins « MFT » et « Défaut de bruleur » sont bien éteintes et que la lampe « purge demandée » est allumée,
5. démarrer la purge du four.

V-4-6 Arrêt d'urgence manuel

Si l'opérateur constate des conditions anormales telles qu'elles sont décrites ci-après, il doit arrêter manuellement le réchauffeur. Après cela, il doit en rechercher les causes et les corriger.

-Alimentation anormale du fluide de processus.

Dans ce cas, la température de surface des tubes pourrait augmenter jusqu'à dépasser la température de calcule, et /ou la pression d'admission du serpentín de processus peut être supérieur à la pression de service, ce qui provoquerait une rupture du tube.

L'alimentation anormale peut provenir des anomalies suivantes :

-Défaut dans la ligne d'alimentation (pompes, tuyauteries)

- Cokage ou entartage de surfaces intérieures du tube.
- surchauffe des tubes du réchauffeur

La surchauffe peut être provoquée par les anomalies suivantes :

- Débit insuffisant de fluide de processus
- Cokage ou entartage de surfaces intérieures des tubes
- Mise en contact de la flamme sur les tubes
- inflammation excessive des brûleurs
- explosion ou feu à l'intérieur du four
- ils peuvent se produire dans les cas suivants
- purge préalable insuffisante avant l'allumage des brûleurs,
- combustion imparfaite
- rupture de tube
- équipement du réseau de fuel incorrect et/ou brûleurs incorrects
- Température anormalement élevée de la paroi de l'enveloppe.

Si on détecte un point chaud sur l'enveloppe du réchauffeur, on doit soupçonner l'existence de dommages du garnissage isolant réfractaire.

- Dysfonctionnement du brûleur

Les anomalies suivantes sont dangereuses pour la sécurité de fonctionnement du brûleur et peuvent provoquer des situations plus graves telle qu'un incendie ou une explosion dans le réchauffeur :

- fuite de gaz à l'extérieur des brûleurs
- combustion instable (sortie de flamme, soufflage, combustion imparfaite, etc.)

Ü Procédure d'arrêt d'urgence

Cette procédure dépend du type d'anomalie ou d'accident produit

- Explosion (ou incendie) du réchauffeur ou rupture du tube :

Appuyer d'abord sur les boutons d'arrêt d'urgence (HS-013/-020/-050) et éteindre tous les brûleurs et les brûleurs pilotes. Effectuer ensuite soigneusement les opérations suivantes :

- Purger le réchauffeur à l'azote d'extinction

- Fermer tout le réseau d'alimentation du fluide de processus
- Purger les tubes du réchauffeur avec un gaz inerte approprié, si applicable
- Fermer tous les registres
- Surchauffe des tubes du réchauffeur ou point chaud dans l'enveloppe de la paroi du réchauffeur :

Diminuer d'abord l'inflammation des bruleurs, afin d'amener le réchauffeur dans une plage de température de sécurité. Ensuite, rechercher la raison d'anomalie.

S'il s'avère difficile de prendre les mesures appropriées pour continuer l'exploitation, il faut arrêter le réchauffeur selon la procédure d'arrêt normal.

- Anomalie d'un bruleur ou incendie dans la boîte à air du bruleur :

Diminuer ou stopper la charge du bruleur correspondant, et fermer complètement le registre d'air du bruleur. Ensuite, rechercher la cause de l'anomalie, et, si cela est nécessaire, arrêter le réchauffeur selon la procédure d'arrêt normal.

V-4-7 Alarme commune

Causes de déclenchement de l'alarme commune

L'alarme commune est déclenchée par les causes suivantes :

- Interruption de la purge d'air (tableau de commande local),
- La condition de purge du four n'est pas établie pour une demande de purge du four,
- La condition d'autorisation d'allumage du pilote n'est pas établie,
- La condition d'autorisation d'allumage du bruleur n'est pas établie,
- Le sélecteur « commutateur sélecteur de commande à distance /mode de commande local » n'est pas commuté en mode « mode de commande à distance » après avoir appuyé sur le bouton « allumage du bruleur terminé ».

V-4-7-1 Réarmement manuel en cas de déclenchement d'une alarme commune

- 1 Appuyer sur le bouton « acquittement » sur le LCP. L'alarme sonore du LCP s'arrête, mais les lampes de signal « alarme commune » reste allumées,
- 2 Rechercher la cause de déclenchement de l'alarme et remettre en service (la lampe témoin mentionnée ci-dessus est encore allumée),
- 3 Appuyer sur le bouton « Réarmement (Reset) » situé sur le LCP. Si la cause de l'alarme a été corrigée, les lampes signalant « alarme commune » s'éteignent,
- 4 S'assurer que la lampe indiquant « alarme commune » est bien éteinte ,
- 5 Poursuivre l'exploitation.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons exposé une station de chauffage industriel dont nous avons cité ses différents éléments constitutifs et le rôle de chacun. Ainsi nous avons donné un aperçu général sur son mode de fonctionnement allant de son démarrage jusqu'à son arrêt.

CONCLUSION GENERALE :

Notre projet de fin d'étude est porté sur la gestion et le contrôle d'une station de chauffage (four). L'élaboration de cahier des charges, du programme principal et de supervision en optimisant la simplicité de compréhension et la précision du résultat dans le but de concevoir une solution programmable à base d'automate programmable industriel .

L'automatisation, la régulation, la télétransmission, le traitement de l'information et l'analyse de paramètres ont été traités durant ce projet, En outre, de faire appel à toutes nos connaissances et aptitudes d'élèves ingénieurs, de les mettre en pratique et de les concrétiser, aussi de se familiariser avec les APIs.

Notre projet est d'avoir répondu dans les mesures aux exigences de cahier des charges imposé en respectant la contrainte temps

Tout cela, forme un ingénieur, et fait naître une confiance professionnelle, qualité essentielle pour transiter vers une nouvelle phase où il sera seul pour faire face aux exigences du terrain. Nous souhaitons aussi que notre travail verra son appréciation et sa concrétisation pour qu'il serve de support supplémentaire aux autres élèves ingénieurs en automatique pour les promotions à venir.

BIBLIOGRAPHIE

- G.MICHEL, «Les A.P Architecture et application des automates industriels », Edition DUNUD, 1987.
- P.JARGOT, «Langages de programmation pour A.P.I.Norme IEC 1131-3», Technique de l'ingénieur, vol S30.
- M.BERTRAND, «Automates programmables industriels», Technique de l'ingénieur, vol .S 015
- J.P.THOMESSE, «Réseaux locaux industriels», Technique de l'ingénieur, vol. R574.
- E. BAJIC et B.BOUARD, «Réseaux PROFIBUS», Technique de l'ingénieur, vol. S 190.
- C.KOLSKI, «Ingénieur des systèmes Homme/Machine», Technique de l'ingénieur, vol. 7614D.

MANUELS :

- SIEMENS, «S7PLCSIM, Tester vos programma », SIMATIC 2002.
- SIEMENS, «Programmation avec STEP7», SIMATIC 2000.
- SIEMENS, «Appareil de terrain pour l'automatisation des processus SITRANS ,2005
- Plan d'inspection du Four 10-FA-21-01.
- BMS Logic Narrative for Stripper Rebouiler Fired Heater (10/20/30-FA-21-01)
- Manuel d'exploitation du rechauffer du rebouiler du stripper (10/20/30-FA-21-01)
- Organigramme Général SH/Organisation Ourhoud
- « Réalisation et gestion d'un prototype de station de pompage à base d'automates programmables industriels SIEMENS » Proposé par Mr.E.M BERKOUK et Mr. R.REMY. Promotion 2006/2007.
- Logiciels Gedeo et Opidis