

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



PROJET DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT
EN AUTOMATIQUE

THEME

**Gestion et Supervision du parc
de stockage d'hydrocarbure terminal
marin Bejaia**

Réalisé par :

DAMOU Aghilas

DJAOUZI Riadh

Proposé et dirigé par :

Pr. D. BOUKHETALA

Pr. F. BOUDJEMA

Mr. S. IDIR ingénieur a SONATRACH

Promotion Juin 2009

Ecole Nationale Supérieure Polytechnique. 10, Av. Hassen Badi, El-Harrach, Algérie.
Tel. 021 52 14 98-Fax. 021 52 29 73

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier nos promoteurs Pr. *BOUKHETALA* et Pr. *BOUDJEMAA* pour leurs conseils, et la confiance qu'ils nous ont accordée et qui nous a permis de mener à terme ce travail.

Nous remercions notre Co-promoteur Mr S.IDIR pour nous avoir proposé ce sujet, pour ces efforts, et l'assistance pendant notre projet. Sans oublier les travailleurs de la DRGB.

Nous remercions les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner notre modeste travail.

Nous remercions également tous les professeurs de la spécialité Automatique et des sciences fondamentales de l'ENSP pour leur aide, leurs conseils et leur compréhension durant notre cursus.

Merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce projet.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

A mes frère et sœurs

A ma famille

A tous mes Amis

Aghilas

Dédicaces

Je dédie ce travail à

Mes très chers parents,

Mes très chères sœurs,

Mes très chers frères,

Toute ma famille,

Mon binôme qui m'a supporté toute ces années,

Tous mes amis et collègues d'études,

Et à tous ceux qui me sont chers.

Riadh

SOMMAIRE

Introduction Générale.....	1
-----------------------------------	----------

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

I.1. Présentation générale de l'entreprise SONATRACH.....	4
I.1.1. Historique.....	4
I.1.2. Principales activités de la SONATRACH.....	4
I.1.3. Organigramme de la SONATRACH.....	5
I.1.4. Description de la DRGB.....	6
I.2. Département maintenance.....	6
I.3. Section opération.....	7

CHAPITRE II : GENERALITES SUR LE PARC DE STOCKAGE DU TERMINAL MARIN ET INSTRUMENTATION

II.1. Introduction.....	10
II.2. Définitions.....	13
II.2.1. Hydrocarbures.....	13
II.2.1.1. Pétrole.....	13
II.2.1.2. Condensat	13
II.2.2. Pipeline.....	13
II.3. Terminal.....	13
II.4. Le terminal Marin de Bejaïa.....	14
II.5. Description des équipements du terminal marin.....	15
II.5.1. Les bacs.....	15
II.5.2. Le manifolds.....	18
II.5.3. Dispositif de robinetteries.....	19
II.5.4. Une gare racleur.....	20
II.5.5. Unités de pompage.....	20
II.6. Instrumentation.....	24
II.6.1. Capteurs.....	24

II.6.1.1. Détecteur de niveau des réservoirs.....	24
II.6.1.2. Détecteur de température.....	26
II.6.1.3. Détecteur de sens de circulation.....	27
II.6.2. Actionneurs.....	27
II.6.2.1. Electrovanne.....	27
II.6.2.2. Groupe électropompe.....	30
II.7. Conclusion.....	31

CHAPITRE III : LOGICIELS DE PROGRAMMATION SIMATIC

III.1. Le STEP7.....	33
III.1.1. Qu'est ce que STEP7.....	33
III.1.1.1. Gestionnaire de projets SIMATIC.....	33
III.1.1.2. Editeur de mnémoniques.....	33
III.1.1.3. Diagnostic du matériel.....	33
III.1.1.4. Langages de programmation.....	33
III.1.1.5. Configuration matérielle.....	33
III.1.1.6. NetPro.....	34
III.1.2. Création d'un projet STEP7.....	34
III.1.3. Configuration du matériel.....	37
III.1.4. Définition des mnémoniques.....	38
III.1.5. Edition des programmes.....	40
III.1.5.1. Blocs d'organisation.....	41
III.1.5.2. Fonctions et blocs fonctionnels.....	43
III.1.5.3. Bloc de données.....	44
III.1.6. Programmation des blocs.....	44
III.1.7. Simulation de modules.....	44
III.2. WinCC flexible.....	46
III.2.1. Introduction à SIMATIC HMI.....	46
III.2.1.1. Introduction.....	46
III.2.1.2. SIMATIC HMI.....	47
III.2.1.3. Utilisation de SIMATIC WinCC flexible.....	47
III.2.2. Présentation du système WinCC flexible.....	47
III.2.2.1. Elements de WinCC flexible.....	47

III.2.2.1.1. WinCC flexible Engineering System.....	48
III.2.2.1.2. WinCC flexible Runtime.....	49
III.2.2.1.3. Options disponibles.....	50
III.2.3. Concepts d'automatisation.....	50
III.2.3.1. Concepts d'automatisation avec WinCC flexible.....	50
III.2.3.2. IHM distribuée.....	52
III.2.3.3. Accès à distance aux pupitres opérateur.....	52
III.2.4. Intégration de WinCC flexible à STEP7.....	53
III.2.4.1. Avantages de l'intégration dans STEP 7	53
III.2.4.2. Configuration de liaisons.....	55
III.2.4.2.1. Utilisation de WinCC flexible.....	55
III.2.4.2.2. Utilisation de NetPro.....	55
III.2.4. 3. Edition d'objets WinCC flexible.....	55
III.2.5. Intégration de WinCC flexible dans une station PC.....	56
III.2.5.1. Configuration d'une station PC.....	56
III.2.5.2. Communication interne et externe.....	57
III.2.6. Compilation et Simulation.....	58
III.3. WinPLC7.....	58
III.3.1. introduction.....	58
III.3.2. La vue d'ensemble des interfaces de l'utilisateur.....	58
III.4. Conclusion.....	60

CHAPITRE IV : LES AUTOMATES PROGRAMMABLE SIEMENS

IV.1. Les automates programmables industriels SIEMENS.....	62
IV.1.1. Historique.....	62
IV.1.2. Définition générale.....	63
IV.1.3. Architecture des automates programmables industriels.....	63
IV.1.4. Structure interne des automates programmables.....	65
IV.1.4.1. Le processeur.....	65
IV.1.4.2. Les modules d'entrées/sorties.....	65
IV.1.4.3. Les mémoires.....	66
IV.1.4.4. L'alimentation.....	66
IV.1.4.5. Liaisons de communication.	66

IV.1.5. Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS.	67
IV.1.5.1. Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC.....	67
IV.1.5.1.1 SIMATIC S7.....	67
IV.1.5.1.2. SIMATIC C7.....	69
IV.1.5.1.3. SIMATIC M7.....	69
IV.1.6. L'automate S7-400 et ses différents modules.....	70
IV.1.6.1. Vue d'ensemble du S7-400.....	70
IV.1.6.2. Caractéristiques du S7-400.....	70
IV.1.6.3. Possibilités d'extension et mise en réseau.....	70
IV.1.6.3. 1. Mise en réseau.	70
IV.1.6.3. 2. Périphérie décentralisée.....	71
IV.1.6.3.2.1. Station de périphérie décentralisée ET 200M.....	71
IV.1.6.3.2.2. Raccordement de la station ET 200M avec Profibus DP.....	72
IV.2. Les réseaux de communication.....	72
IV.2.1. Introduction.....	72
IV.2.2. Définitions élémentaires.....	72
IV.2.2.1. Définition et normalisations PROFIBUS.....	73
IV.2.3. Variantes du réseau.....	74
IV.2.4. Principe d'accès au BUS.....	75
IV.2.5. Les techniques de transmissions.....	76
IV.2.5.1. Transmission RS 485.....	76
IV.2.5.2. Transmission optique.....	77
IV.2.6. Le réseau EtherNet industriel.....	77
IV.2.6.1. Définition d'un réseau EtherNet industriel.....	77
IV.2.6.2. Modes de communication.....	78
IV.2.6.3. Communication PG/OP via Industrial Ethernet.....	80
IV.2.6.3. Communication S7 via Industrial Ethernet.....	81
IV.3. Conclusion.....	82

CHAPITRE V : APPLICATION

V.1. Description du processus.....	85
V.1.1. Introduction.....	85
V.1.2. Le système control commande du parc.	85
V.1.2.1. Eléments fondamentaux du système.....	85
V.2. Développement du projet de gestion et supervision du parc de stockage.....	85
V.2.1. Définition d'un cahier des charges.	87
V.2.1.2. Définition des entrées sorties.	88
V.2.1.3. Organigrammes.....	89
V.3. Création du projet S7 pour le TM.....	92
V.3.2. Insertion des stations dans SIMATIC MANAGER.....	92
V.3.3. Configuration du matériel dans STEP7.....	92
V.3.4. Création du programme de gestion dans STEP7.....	93
V.3.5. Création de la station SIMATIC HMI.....	95
V.3.6. Paramétrage de la communication.	96
V.4. Description du programme.....	96
V.4.1. Bloc d'organisation de démarrage.....	96
V.4.2. Bloc d'organisation cyclique.....	97
V.4.3. Bloc d'organisation d'alarme cyclique.	97
V.5. L'interface homme machine HMI crée par le progiciel Win CC flexible.....	97
V.5.1. Création de la station HMI.....	99
V.5.2. Etablissement de la liaison Automate-SIMATIC Panel PC 670 15''Touch....	100
V.6. Simulations des programmes.....	101
V.6.1. Simulation en utilisant S7-PLCSIM.....	101
V.6.2. Simulation avec WinPLC7.....	102
Conclusion Générale.....	105

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : activité de la SONATRACH.....	4
Figure I.2 : Organigramme de SONATRACH.....	5
Figure I.3 : organigramme du département maintenance.....	6
Figure II.1 : Représentation des différentes canalisations qui relie le terminal HEH et les terminaux nord.....	10
Figure II.2 : Représentation des canalisations du brut & condensat se trouvent dans la partie nord.....	11
Figure II.3 : image représentative d'un terminal marine.....	14
Figure II.4 : Vue sur le parc de stockage.....	15
Figure II.5 : bac de stockage.....	16
Figure II.6 : Vue manifold nord.....	17
Figure II.7 : Vue d'un port pétrolier de Bejaia.....	20
Figure II.8 : vue d'un poste de chargement.....	21
Figure II.9 : Dispositifs de mesure de niveau.....	23
Figure II.10 : principe de mesure.....	24
Figure II.11 : Dispositif simplifié de détection de niveau.....	24
Figure II.12 : Dispositif de mesure de la température.....	26
Figure II.13 : Vue d'une électrovanne.....	27
Figure III.1 : Création d'un projet avec SIMATIC Manager.....	34
Figure III.2 : Station PC et PG/PC.....	35
Figure III.3 : Choix de la station SIMATIC 300.....	36
Figure III.4 : Configuration matériels pour la station S300.....	36
Figure III.5 : Sélection des modules.....	38
Figure III.6 : Edition des Mnémoniques.....	38
Figure III.7 : Edition des programmes.....	40
Figure III.8 : Simulation de module.....	45
Figure III.9 : La gamme de WinCC flexible.....	48
Figure III.10 : La fenêtre principale de WinCC flexible.....	49
Figure III.11 : Système monoposte.....	50
Figure III.12 : Système plusieurs pupitres opérateur.....	51
Figure III.13 : Un système IHM.....	51

Figure III.14 : L'IHM distribuée.....	52
Figure III.15 : Accès à distance aux pupitres opérateur.....	53
Figure III.16 : Paramètres de connexion.....	54
Figure III.17 : Configuration des liaisons	55
Figure III.18 : Edition d'objets WinCC Flexible.....	56
Figure III.19 : Configuration d'une station PC.....	57
Figure III.20 : La communication interne et externe.....	57
Figure III.21 : La fenêtre de dialogue du WinPLC7.....	59
Figure III.22 : WinPLC7 avec OB1 ouvert.....	59
Figure IV.1 : L'automate programmable SIEMENS.....	64
Figure IV.2 : Structure interne d'un API.....	65
Figure IV.3 : Présentation de la gamme de SIMATIC.....	67
Figure IV.4 : S7-200.....	68
Figure IV.5 : S7-300.....	68
Figure IV.6 : S7-400.....	68
Figure IV.7 : La gamme SIMATIC C7.....	69
Figure IV.8 : La gamme SIMATIC M7.....	69
Figure IV.9 : Configuration de la station de périphérie décentralisée ET 200M.....	71
Figure IV.10 : Structure typique d'un réseau PROFIBUS DP.	72
Figure IV.11 : Les sept couches du modèle OSI.	74
Figure IV.12 : Classification des réseaux PROFIBUS.....	74
Figure IV.13 : Principe d'accès au BUS.	75
Figure IV.14 : Industrial Ethernet au sein du concept SIMATIC NET.....	78
Figure IV.15 : Les stations communiquent au moyen de liaisons S7 via Industrial Ethernet.....	81
Figure IV.16 : La station PC/PG communique avec des stations S7 connectées au sous-réseau PROFIBUS ou Ethernet via une passerelle.....	82
Figure V.1 : organigramme de l'application finale.....	86
Figure V.2 : Synoptique du prototype (architecture de contrôle-commande)	89
Figure V.3 : organigramme des acquisitions et des alarmes.....	90
Figure V.4 : organigramme de chargement des réservoirs.....	91
Figure V.5 : organigramme de chargement des bateaux pétroliers.	91
Figure V.6 : Création du projet.....	92
Figure V.7 : configuration matériel.....	93
Figure V.8 : Sélection de la CPU.	94

Figure V.9 : blocs d'organisation et fonctionnels de l'application.	94
Figure V.10 : insertion d'une station SIMATIC HMI.	95
Figure V.11 : configuration réseau de l'application.	96
Figure V.12 :L'interface Homme/Machine dans un processus automatisé.....	97
Figure V.13 : Etapes pour la conception d'une interface via Win CC flexible.....	98
Figure IV.14 : Le terminal d'exploitation.....	99
Figure V.15 : Les vues pour le projet HMI.....	100
Figure V.16 : la liaison entre le PANEL et la STATION.....	101
Figure V.17 : Simulation de l'application pour cinq bacs.....	102
Figure V.18 : fenêtre principale de simulation.....	103
Figure V.19 : Simulation de l'application avec WINPLC 7.....	104

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : Les capacités maximales des postes de chargement.....	22
Tableau II.2 : Les caractéristiques des conduites de chargement.....	23
Tableau II.3 : Les caractéristiques de groupe électrogène du parc nord.....	30
Tableau II.4 : Les caractéristiques de groupe électrogène du parc sud.....	30
Tableau III.1 : Les différentes zones mémoire.....	40

Introduction Générale

Pour assurer leur pérennité, et faire face à la concurrence et afin de s'imposer sur la scène mondiale, les entreprises pétrolières doivent maximiser au plus haut point tous leurs potentiels en plus des progrès techniques et développements économiques qu'elles ont à assumer.

Le développement de l'entreprise entraîne entre autre, la nécessité d'augmenter les bénéfices et de réduire les dépenses. Ces constats englobent toutes les activités : exploration, forage, production, transport des hydrocarbures (par canalisation, navires citernes, chemins de fer), raffinage, etc....

SONATRACH, comme toute autre entreprise, SONATRACH cherche donc à développer tous ses secteurs d'activités sans exception. Le transport par canalisation y occupe une place prépondérante.

L'opportunité qui s'offre à nous dans ce projet, est celle d'étudier les différentes technologies constituant le parc de stockage ainsi que le système de control commande du terminal pétrolier de Bejaia. Ce système est construit autour d'un automate programmable industriel.

L'automate programmable industriel API (ou Programmable Logic Controller PLC) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services (gestion de parkings, d'accès à des bâtiments) et dans l'agriculture (composition et délivrance de rations alimentaires dans les élevages). Il répond aux besoins d'adaptation et de flexibilité de nombres d'activités économiques actuelle. [6]

Notre travail sera réparti en cinq chapitres :

Dans le chapitre I, nous aborderons la présentation de l'organisme d'accueil ainsi les principales activités de SONATRACH.

Le chapitre II présente quelques notions sur le transport et le stockage des hydrocarbures puis d'une manière sommaires l'instrumentation utilisée, les capteurs, et la nature des vannes et des pompes composant l'installation

Le chapitre III sera consacré à la description des outils de programmation STEP7, Win CC flexible et le logiciel de simulation WinPLC7, pour élaborer un programme pour l'acquisition des données, leurs traitements et une interface Homme/machine.

Dans le chapitre IV, nous parlerons de différents automates programmable SIEMENS et les réseaux locaux industriels comme PROFIBUS et Industrial EtherNet qui nous offre une mise en œuvre aise et un paramétrage flexible.

Dans le chapitre V, il sera question de présenter l'application dans son ensemble en décrivant dans les détails le cahier des charge ainsi que la structure du programme de commande puis nous nous étalerons sur l'interface graphique et la manière de superviser et de gérer le système à partir de cette dernière. Nous terminerons ce chapitre par la présentation des méthodes de simulation des programmes.

Nous terminerons ce travail par une conclusion générale qui passera en revue tout ce qui a été abordé dans ce mémoire.

Chapitre I :

Présentation de la structure d'accueil

I.1. Présentation générale de l'entreprise SONATRACH

I.1.1. Historique

La SONATRACH (société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures) est née le 31 décembre 1963, pour être un instrument d'intervention de l'état dans le secteur pétrolier aux cotés des compagnies françaises.

La volonté de l'Algérie de récupérer ses richesses naturelles et d'assurer pleinement le contrôle de leur exploitation, amena à nationaliser la production des hydrocarbures le 24/02/1971 par la signature d'une ordonnance, définissant le cadre d'activité des sociétés étrangères en Algérie.

Au début des années 80 La restructuration de SONATRACH se mit en œuvre, cette étape figure parmi les plus importantes dans le développement de la société.

D'autres étapes ont suivi, toutes aussi importantes, notamment la réorganisation des structures de la société en activités, tout particulièrement les activités Aval et Amont. Par ailleurs, après l'ouverture du marché et les nombreux contrats de partenariats avec des compagnies étrangères, américaines notamment, ainsi qu'à l'étranger, SONATRACH a pu asseoir son statut de compagnie pétrolière « solide ».

Aujourd'hui, SONATRACH est la première entreprise du continent africain. Elle est classée 12^{ème} parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2^{ème} exportateur de GNL et de GPL et 3^{ème} exportateur de gaz naturel.

Ses activités constituent environ 30 % du PNB Algérien. [1]

I.1.2. Principales activités de la SONATRACH

Les activités de SONATRACH s'articulent autour de quatre branches principales :

➤ **Activité Amont :**

- Exploration.
- Recherches et développement.
- Production.

- Forage.
- Engineering et construction.
- Associations en partenariat.

➤ **Activité AVAL :**

- Liquéfaction du gaz naturel.
- Séparation des GPL.
- Raffinage du pétrole.
- Pétrochimie.

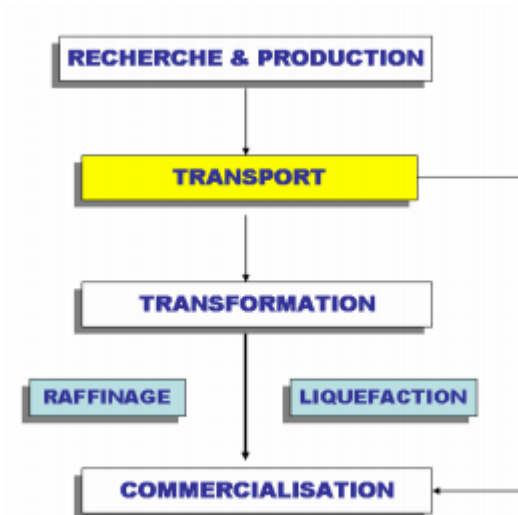


Figure I.1 : activité de la SONATRACH

- Etudes et développement de nouvelles technologies.

➤ **Activité transport par canalisations**

- Stockage d'hydrocarbures liquides en amont et en aval.
- Transport par canalisation d'hydrocarbures liquides gazeux, depuis les lieux de la production primaires, à travers le réseau secondaire et principal.
- Le chargement des navires pétroliers.

➤ **Activité commercialisation**

- Commercialisation extérieure.
- Commercialisation sur le marché intérieur.
- Transport maritime des hydrocarbures.

I.1.3. Organigramme de la SONATRACH

La « SONATRACH » est une entreprise nationale par son histoire et son orientation, d'un grand poids économique, et internationale par son domaine d'activité, industrie pétrolière et gazière.

Elle se situe au premier plan par l'importance de ses activités : prospection, forage, production . . . etc. [1]

La gestion de ses activités est assurée par des branches opérationnelles qui sont des directions fonctionnelles qui élaborent et veillent à l'application de la politique et de la stratégie de groupe. Elles fournissent l'expertise et l'appui nécessaire aux activités. Elles sont représentées par l'organigramme suivant :

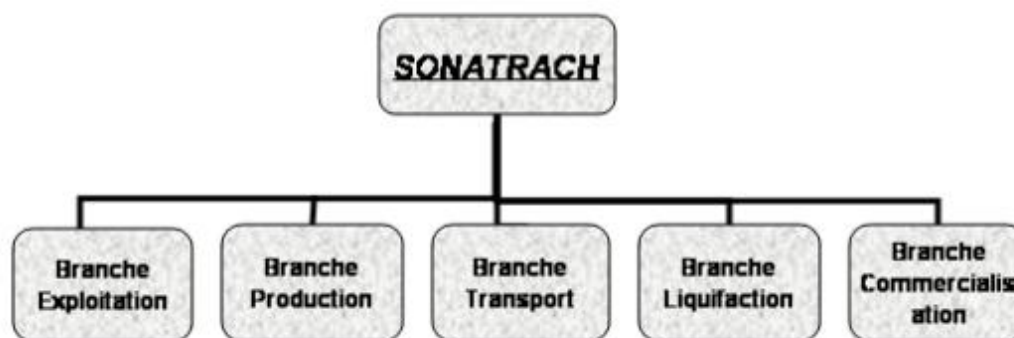


Figure I.2 : Organigramme de SONATRACH [1]

I.1.4. Description de la DRGB

APTC, Activité transport par canalisation est l'une des branches de la SONATRACH, constituée de 5 directions régionales, dont on trouve la DRGB qui a pour tâche le transport, le stockage et la livraison de trois types de produits : Le pétrole brut, le condensat et le gaz.[1]

➤ **Situation géographique**

La DRGB, située à 2km au sud-ouest de la ville de Bejaia, elle est divisée en deux parcs de stockage (nord et sud), elle comprend également le port pétrolier qui se trouve à environ 8Km nord de cette dernier, ou il y a un autre parc de stockage.

I.2. Département maintenance :

Le département maintenance est chargé de l'entretien de la ligne et s'occupe de toutes les opérations de maintenance. Sa structure est représentée comme suit :

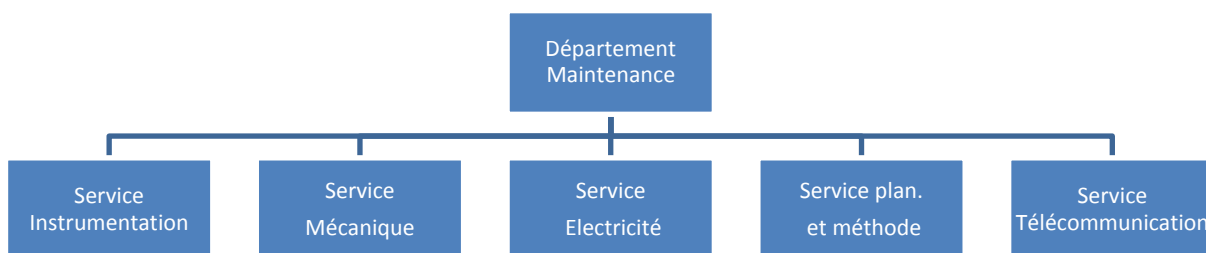


Figure I.3 : organigramme du département maintenance [1]

I.3. La section opération du terminal:

Qui est la tour de contrôle qui se trouve à une hauteur de 17m avec télémétrie et télécommande, son rôle principal est : [1]

- Fermeture et ouverture automatique des vannes du manifold Nord et Sud par des moteurs d'entraînement.
- Transfert d'un réservoir dans un réservoir d'une autre unité.
- Etablissement d'itinéraire pour transvasement d'un réservoir sur l'autre avec une pompe principale, ils le font avec les bacs du même dépôt (Nord-Nord / Sud-Sud) ou bien de dépôts différents (Nord-Sud / Sud-Nord).
- Contrôler l'arrivée de la colonne de condensat, et cela grâce au densigraphe c'est-à-dire mettre en marche le densigraphe une heure avant l'heure prévue d'arrivée de la colonne.

Inscrire sur le rouleau du densigraphe :

- L'identification de la colonne.
- La date.
- L'heure toutes les 15mn.
- L'heure de début de déviation.
- L'heure d'ouverture et de fermeture des vannes des réservoirs.
- L'heure de fin de déviation.

Stopper le densigraphe une heure après le passage de l'interface (ou contaminât) aval.

- Contrôler le débit et la pression à l'arriver du produit.
- Le stockage des produits.
- Télé jaugeage automatique des réservoirs.
- Faire fonctionner les différentes pompes des deux manifolds, nord et sud.

- Préparation d'une cargaison. Pour préparer une cargaison l'opérateur chef de quart fait appel à l'agent des Douanes et à l'inspecteur (il représente le client) et fait procéder par le jaugeur, en présence de ces deux derniers :
 - Au jaugeage quantité (mesure des hauteurs).
 - A la mesure de la température.
 - A la prise des échantillons destinés au laboratoire.

Il communique en premier lieu les résultats de ces mesures à l'agent maritime responsable du navire, il établit le certificat de quantité, il annote le journal des côtes de jaugeage relevées et il communique au port les renseignements précédents : densité, température du produit, API.

- Le chargement des pétroliers.

Chapitre II :

Généralités sur le parc de stockage du terminal marin et instrumentation

II.1. Introduction

Le réseau de transport qui appartient à la SONATRACH s'étend sur tout le territoire national. Avec 28 canalisations il relie le Sud au Nord et achemine presque tous les types d'hydrocarbures non raffinés.

Dans les années 50, juste après la découverte du gisement de Hassi-Messaoud, deux types de transport d'hydrocarbures étaient employés par les entreprises de cette période : l'oléoduc qui liait Hassi-Messaoud à Touggourt et les wagons-citernes de Touggourt au port de Skikda.

Peu à peu les sociétés pétrolières présentes en Algérie ont investi dans les oléoducs en réalisant l'OB1, canalisation qui relie Haoud-El-Hamra à Bejaïa, et qui l'alimente en pétrole brut. En 1961 le GZ1 a vu le jour. il alimente le parc d'Arzew en gaz naturel. SONATRACH a repris par la suite la construction d'autres lignes en commençant par l'OZ1 canalisation qui relie Haoud-El-Hamra à Arzew. Cette entreprise poursuit les travaux jusqu'à obtenir de nos jours plus de 11000 Km de canalisations.

Ce réseau est d'une très grande importance, d'une part parce qu'il assure la liaison entre les lieux de production (ou gisement) et les points de distribution et les raffineries. D'autre part, il est plus efficace et moins coûteux par rapport aux autres moyens de transport (voies ferrées, routes).

Il contient aussi un terminal clé, qui améliore de beaucoup la gestion. C'est le Centre de Dispatching des Hydrocarbures Liquide (**CDHL**) de Haoud-El-Hamra. Son rôle est de faciliter l'exploitation du réseau et de lui apporter davantage de souplesse. [1]

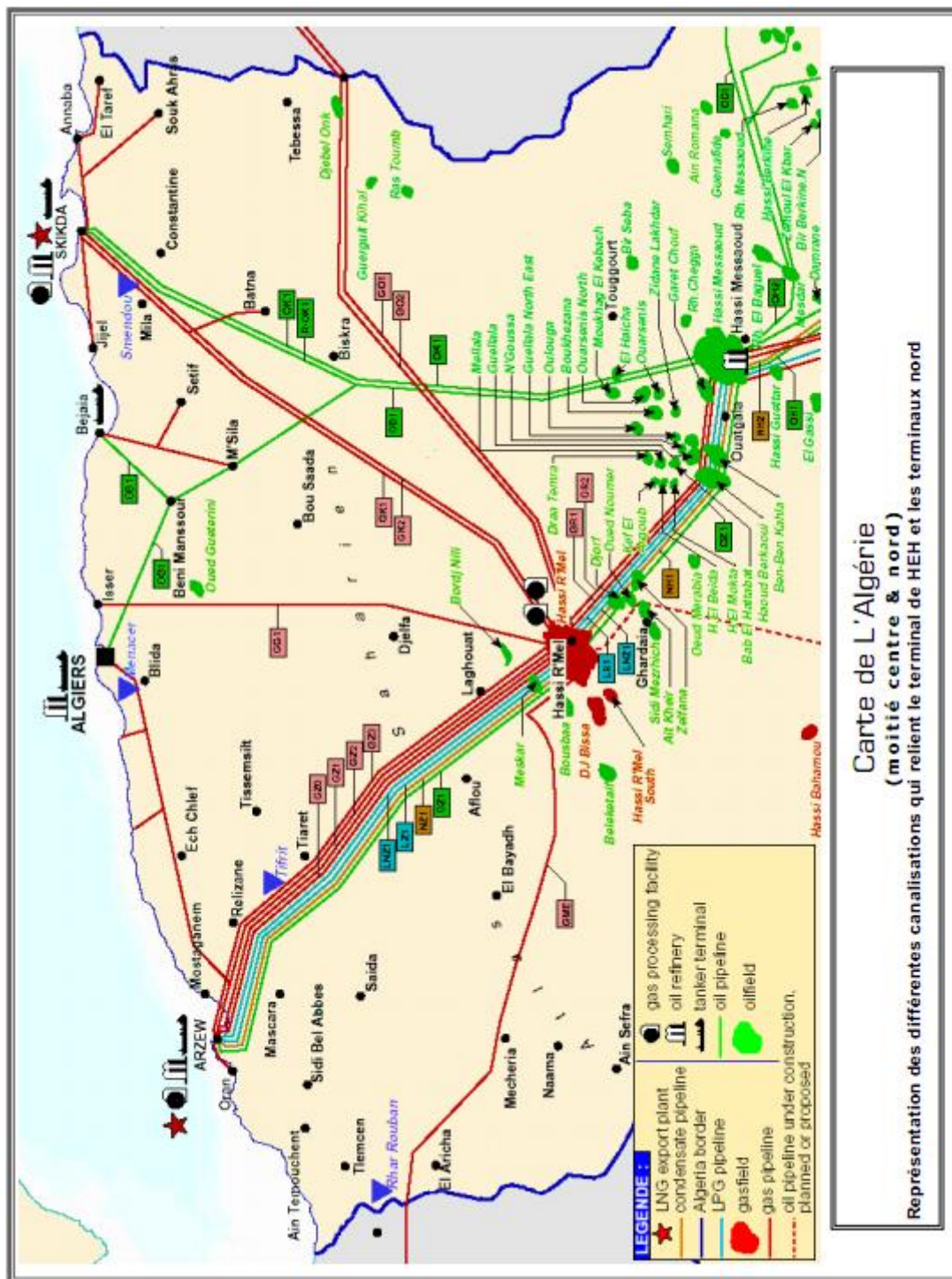


Figure II.1 : Représentation des différentes canalisations qui relient le terminal HEH et les terminaux nord.

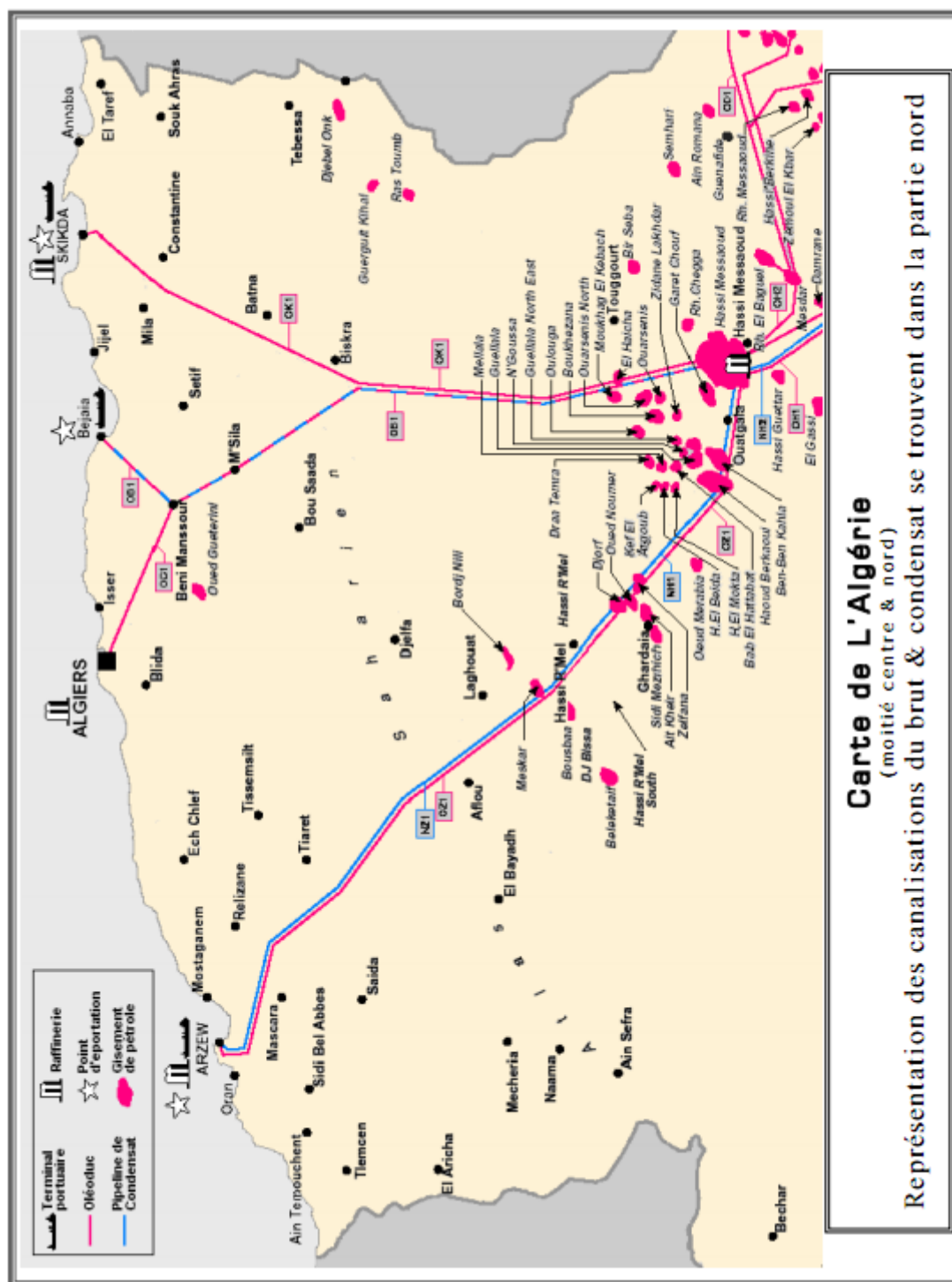


Figure II.2 : Représentation des canalisations du brut & condensat se trouvent dans la partie nord.

II.2. Définitions

II.2.1. Hydrocarbures

Composé formé uniquement de carbone et d'hydrogène. (Synonyme : carbure d'hydrogène).

II.2.1.1. Pétrole

Du latin « Petra deum », huile de pierre. Liquide huileux inflammable dont la couleur varie du vert au noir. Il se compose d'hydrocarbures (composé chimique formé de carbone et d'hydrogène) très divers et que l'on trouve dans les couches sédimentaires de l'écorce terrestre sous sa forme brute c'est à dire associé à des composés oxygénés, azotés et sulfurés ainsi qu'à des types de métaux particuliers. [3]

II.2.1. 2. Condensat

Produit liquéfié par condensation à partir de sa vapeur. Le condensat est avant tout du gaz naturel sous forme liquide obtenue à -160°C . Sa masse volumique est alors réduite de 600 fois. Cette transformation permet donc de transporter et /ou de stocker des quantités très importantes de gaz dans des volumes réduits.

II.2.2. Pipeline

Canalisations servant au transport, à moyennes et grandes distances, des liquides et notamment du pétrole brut appelées « oléoducs », ou de gaz appelées « gazoducs ». Elles sont caractérisées par leurs diamètres, épaisseurs et matières dont elles sont fabriquées ainsi que par leur résistance à la pression. [1]

II.3. Le terminal

Le terminal marin est la dernière unité de la chaîne de transport des hydrocarbures liquides avant l'expédition.

Le terminal marin contient un parc de stockage, ce dernier a un rôle principal dans la cadence de fonctionnement du terminal marin, il joue le rôle d'un élément régulateur entre les opérations de réception des produits et l'expédition, il assure un fonctionnement sans perturbation du système (terminal marin), il empêche le risque de rupture de stock et le risque de surstock.

Les réservoirs cylindriques verticaux aériens de grandes dimensions sont les éléments essentiels constituant un parc de stockage.

Les problèmes techniques dans un parc de stockage sont :

- Le surstock.
- La rupture de stock.

qui sont provoqués sous l'effet de plusieurs facteurs que l'on peut classer en deux parties essentielles.

a) Première partie (terminal départ)

- Un arrêt intempestif par pipe-line suite à une avarie de durée prolongée.
- Réduction des débits de pompage de la ligne suite à une panne ou à un stock haut au niveau de terminal marin.
- Problèmes au niveau de la production ou des réseaux de collecte.

b) Deuxième partie (Terminal marin)

- L'état de la mer (la houle).
- Problèmes sur la ligne (panne, fuite).
- Stock trop bas au niveau du terminal départ.
- Une mauvaise synchronisation entre les différents maillons de la chaîne.

Le surstock au niveau du terminal marin peut nécessiter l'arrêt de la ligne sur une période prolongée, alors que la rupture de stock peut se traduire par la formation des files d'attentes des navires programmés. [1]

II.4. Le terminal Marin de Bejaïa

Le terminal Marin de Bejaïa est situé à 2km au sud Ouest de la ville de Bejaïa, ce dernier est alimenté par l'intermédiaire de l'oléoduc 24" HEH-BEJAIA.

Il se compose de :

- Un terminal marin nord.
- Un terminal marin sud.
- Un port pétrolier.

Ses principales fonctions sont :

- Stockage des produits pétroliers arrivant par le pipeline vers les bacs.
- Traitement de ses produits.

- Assurer l'entretien des installations.
- Chargement des pétroliers.

II.5. Description des équipements du terminal marin



Figure II.3 : image représentative d'un terminal marine [1]

II.5.1. Les bacs

- a) Terminal Nord : il est composé de
- 12 bacs à toits flottants, d'une capacité de 35 000 m³, d'un volume utile de 27 500 m³ et un stock mort de 5000 m³ chacun de diamètre nominal 56 m de hauteur cylindrique totale 14,4 m. Ils servent pour le stockage de deux produits brut et condensat
 - 01 bac de purge à toit fixe de 2 900 m³ pour recevoir les résidus de la gare racleur arrivée et les décharges des soupapes de sécurité, il sert également à récupérer les purges des collecteurs et des manifolds.

b) Terminal Sud : il est composé de

- 4 bacs de stockage, à toit flottants, d'une capacité de 50 000m³, d'un volume utile de 41 000m³ et un stock mort de 5000m³ chacun de diamètre nominal 56m de hauteur cylindrique totale 14,650m.

Les réservoirs subissent des opérations de transfert d'un bac à un autre de la même unité ou d'une autre unité, les purges d'eau, le jaugeage, la prise de température.



Figure II.4 : Vue sur le parc de stockage

➤ **Les caractéristiques des bacs**

Le bac est un réservoir cylindrique vertical, constitué de viroles alternées, qui soudées forment la partie principale du bac qui est la robe.

Le deuxième élément principal du bac est le :

Le Toit : En général, on emploie les réservoirs à toit flottants lorsqu'on veut réduire au maximum les pertes par évaporation et le risque d'incendie. C'est un toit à « Double-Deck », qui assure une haute flottabilité. En effet, un toit flottant étant toujours en contact direct avec le produit stocké, donne les avantages suivants :

- a) Il réduit au minimum les pertes par évaporation causées par les variations de température.
- b) Au cours du remplissage d'un réservoir, il n'y a pas de pertes par évaporation, parce qu'il n'existe pas un espace vide entre le toit et le niveau du liquide où les vapeurs s'accumulent.
- c) Les hydrocarbures ne peuvent pas prendre feu, parce qu'ils ne sont pas en contact avec l'air.
- d) Le manque d'espace entre le toit et le niveau du liquide empêche la formation de mélange détonant.

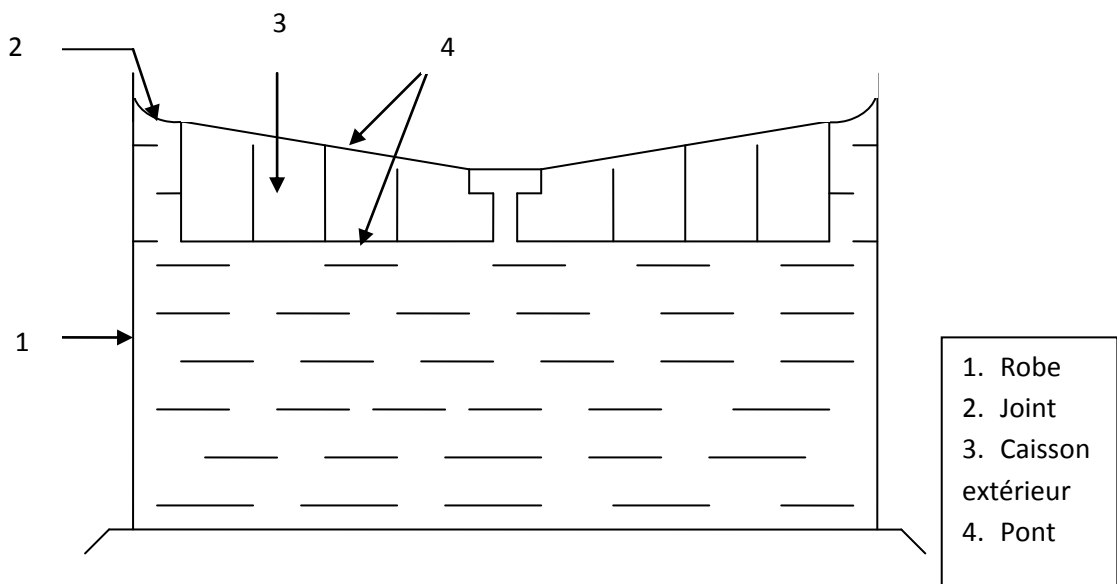


Figure II.5 : bac de stockage

- **Les accessoires du bac :**
 - **Sur la robe :**
 - deux trous d'homme.
 - un agitateur.
 - une tubulure de purge.
 - une échelle.
 - une porte d'homme.
 - une plate-forme.
 - Accessoires d'entrée et de sortie.
 - Tuyauterie d'eau d'incendie.

II.5.2. Le manifolds

Il existe, deux manifolds (un au nord et l'autre au sud) au terminal arrivé. Le manifold est un ensemble de canalisations, vannes et accessoires qui constituent le poste d'aiguillage de la station de pompage et qui comprennent les différentes installations annexes, filtration comptage,...etc. [1]

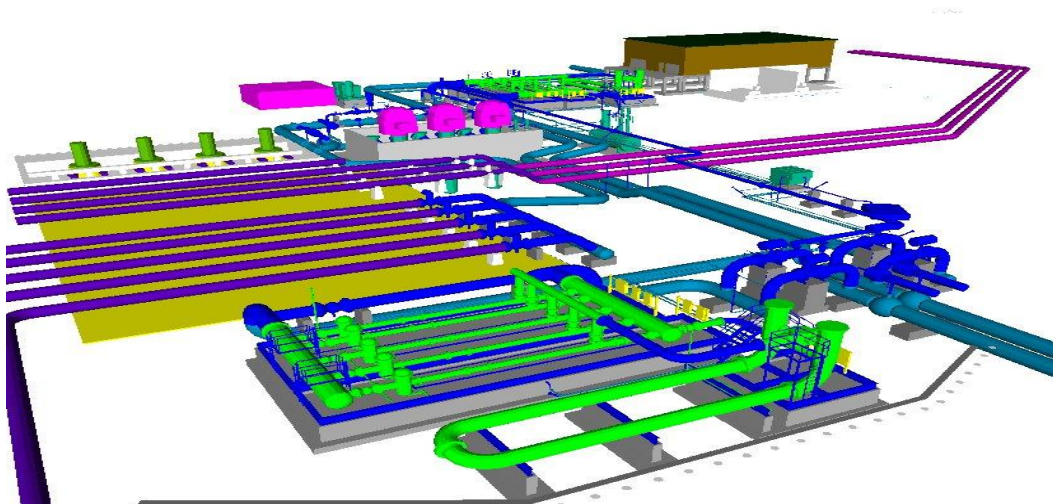


Figure II.6 : Vue manifold nord.

C'est un système qui est constitué de deux nappes de tuyauteries superposées l'une sur l'autre et orthogonales qui sont reliées entre elles par le nombre de vannes nécessaires.

Le manifold destiné à assurer en nombre et en direction tous les mouvements du produit c'est-à-dire :

- Réception par pipeline.
- Remplissage et vidange sélectif des groupes de réservoirs.
- Transfert d'un groupe de réservoirs à un autre (transvasement).

Tous les collecteurs du manifold ont un diamètre égal à celui de la ligne de réception, d'aspiration et d'expédition.

II.5.3. Dispositif de robinetteries

On a, deux vannes manuelles pour le circuit de transfert à l'arrivée du pipe-line qui sert à évacuer le produit soit vers l'un des bacs du TM Nord (L₂) ou TM Sud (L₄). Dans le manifold on trouve aussi des vannes manuelles de transfert du collecteur K (KA, KB, KC, KD, KE, KF, KM, KN)

Toutes les autres vannes du manifold ou celles du pied des bacs sont équipées d'un moteur électrique asynchrone à vitesse fixe et elles sont commandées à distance à partir de la tour de contrôle, mais elles peuvent en cas d'accident être commandées sur place soit par le moteur électrique ou bien manuellement.

Dans le terminal marin nord, on trouve :

- 06 vannes de ligne et chaque ligne est reliée à deux bacs.
- 06 vannes pour chaque pompe.
- 01 vanne pour chaque pied du réservoir.

Dans le terminal marin sud, on trouve :

- 04 vannes de lignes reliées à chaque réservoir.
- 04 vannes pour chaque pompe.
- 01 vanne de pied de bac pour chaque réservoir.

En cas de fausses manœuvres l'écoulement s'effectuera vers le bac de purge (4Y1).

II.5.4. Une gare racleur

Qui est la gare arrivée du racleur, qui reçoit toutes les impuretés dans cette dernière et qui vont être évacués dans le bac 4Y1 bien sûr en fermant la vanne L1.

II.5.5. Unités de pompage

- Pomperie principale :

Le terminal est composé au total de 10 électropompes :

Dans le terminal marin nord on trouve sept pompes (M, N, O, P, R, S, T) placées en parallèle entraînées par des moteurs électriques dont :

- 04 pompes à grand débit
- 02 pompes à, moyenne débit

Dans le terminal marin sud on trouve 3 pompes placées en parallèles entraînées par des moteurs électriques dont :

- 02 pompes à grand débit.
- 01 pompe à faible débit.

PORT PETROLIER :



Figure II.7 : Vue d'un port pétrolier de Bejaia

Le port pétrolier est situé à l'avant-port de Bejaïa, il est composé de :

- Deux appontements A (poste 1) et B (poste 2 et 3) ;
- Trois postes de chargement ;
- Deux cuves ouvertes pour recevoir le ballast d'une capacité de 12000m³
- Deux bassins de décantation continue
- Un réservoir de récupération des huiles de capacité de 2530 m³
- Deux groupes électropompes pour le réseau incendies.
- Un groupe moto pompe pour le réseau incendie lors d'une coupure d'électricité.

Des barrages flottants pour le pétrole qui se déverse en la mer.

Avant le chargement d'un pétrolier, le bateau déballasse ses citernes remplies d'eau (qui sert à le maintenir en équilibre dans la mer) vers les cuves par des conduites de 22". Après une

décantation primaire, on effectue une décantation secondaire en vidant cette eau vers les séparateurs pour les opérations de purge.

Ainsi, on récupère le produit pétrolier qui se situe en haut et on évacue l'eau qui s'est déposée au fond du séparateur vers la mer et ça après avoir vérifié que l'eau est bien dépolluée.

Mais actuellement il y'a de moins en moins de bateaux qui déballassent car, les nouveaux pétroliers sont équipés de citernes spécialement pour l'eau de ballast donc ce qui leurs permettent de déballer sur rade.

Les postes de chargement :



Figure II.8 : vue d'un poste de chargement

Les capacités maximales des postes de chargement sont données sur le tableau suivant :

	Poste n°1	Poste n°2	Poste n°3
Capacité (TM)	40 000	70 000	80 000
Tiran d'eau (m)	11,50	12,50	13,50

Tableau II.1 : Les capacités maximales des postes de chargement

Le chargement des pétroliers s'effectue par trois postes qui sont reliés soit au terminal marin par des conduites ou aux installations de déballastage, il se compose de :

- **Trois conduites pour le chargement :** Celles-ci relient entre le terminal marin et le port dont les caractéristiques sont données par le tableau suivant :

	Poste n°1	Poste n°2	Poste n°3
Longueur (m)	5067	4513	4493
Diamètre	32"	32"	32"
Volume (m3)	2548	2300	2300
Débit Max. (m3/h)	5000	8000	8000

Tableau II.2 : Les caractéristiques des conduites de chargement

- **Trois conduites pour le déballastage** : de diamètre 22"
- **Les flexibles** : Les caractéristiques des flexibles :
 - Poste n°1 : Il possède 5 flexibles dont les caractéristiques sont :

Longueur 8m ; et diamètre 10".

Les bras de chargements :

- Poste n°2 : Il possède 3 bras de chargement dont les caractéristiques sont :

Longueur 8m ; et diamètre 16".

- Poste n°3 : Il possède 4 bras de chargement dont les caractéristiques sont :

Longueur 8m ; et diamètre 12".

La vitesse maximale du fluide à l'intérieur des bras est de 12m/s ;

Pression d'essai : 16 kgf/cm² ;

Pression d'éclatement : 96 kgf/cm².

- **Circuit Canard** : Ce circuit relie les conduites des postes 2 et 3, il est utilisé lorsqu' il y'a lieu de faire des poussettes (pour changer le produit) et aussi pour augmenter le débit et diminuer la pression.

Deux citernes qui se trouvent dans les deux postes 2 et 3 de capacité 9m³ pour récupérer le produit qui se trouve dans les bras de chargement

II.6. Instrumentation.

II.6.1. Capteurs

II.6.1.1. Détecteur de niveau des réservoirs

C'est des détecteurs radar utilisant le principe de temps de vol des ondes électromagnétique de marque **Micropilot** c'est un type de capteur idéal pour les milieux explosif. [22]

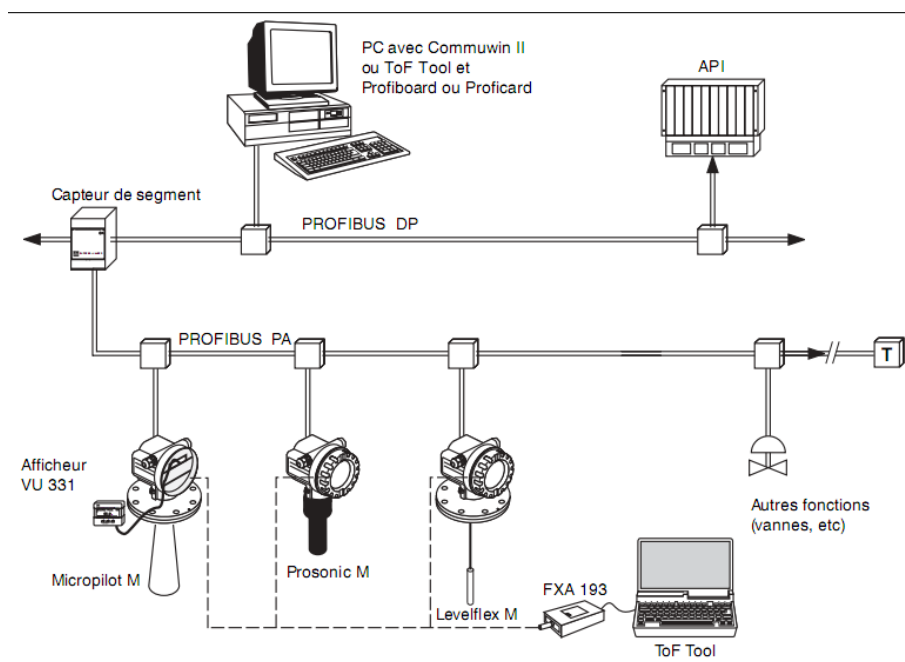


Figure II.9 : Dispositifs de mesure de niveau

➤ Grandeurs d'entrée

La grandeur mesurée est la distance entre un point de référence et une surface réfléchissante (par ex. la surface du produit).

Le niveau est calculé en fonction de l'étalonnage à vide. A partir du niveau de la surface du produit mais dans notre cas la réflexion s'effectue a partir du toit du bac de stockage, il est possible de calculer le volume ou la masse grâce à la linéarisation. [22]

➤ Gamme de mesure

La gamme de mesure utile dépend de la taille de l'antenne, des caractéristiques de réflexion du produit, de la position de montage et des éventuels échos parasites. La gamme de mesure

réglable maximale est de 20 m pour toutes les versions de **Micropilot M** (gammes plus larges jusqu'à 35 m max. sur demande).

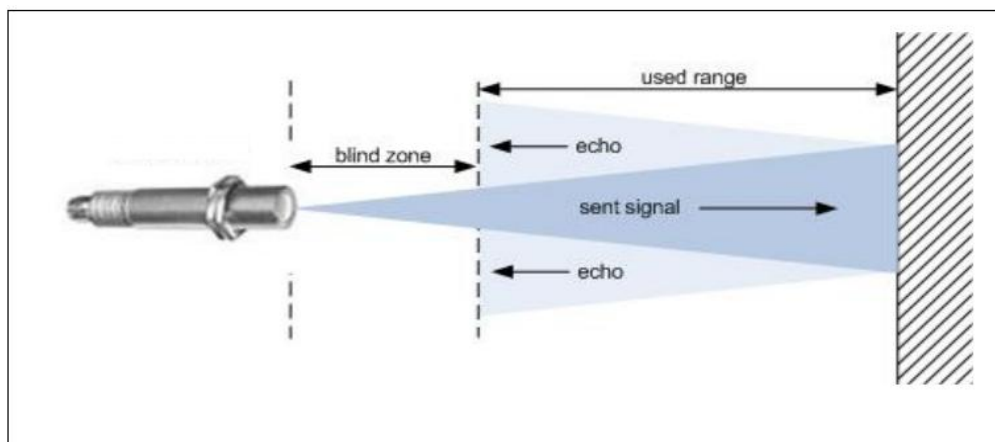


Figure II.10 : principe de mesure

➤ **Grandeurs de sortie**

Signal de sortie peut être :

- 4...20 mA avec **protocole HART**
- PROFIBUS PA
- Field bus Foundation (FF)

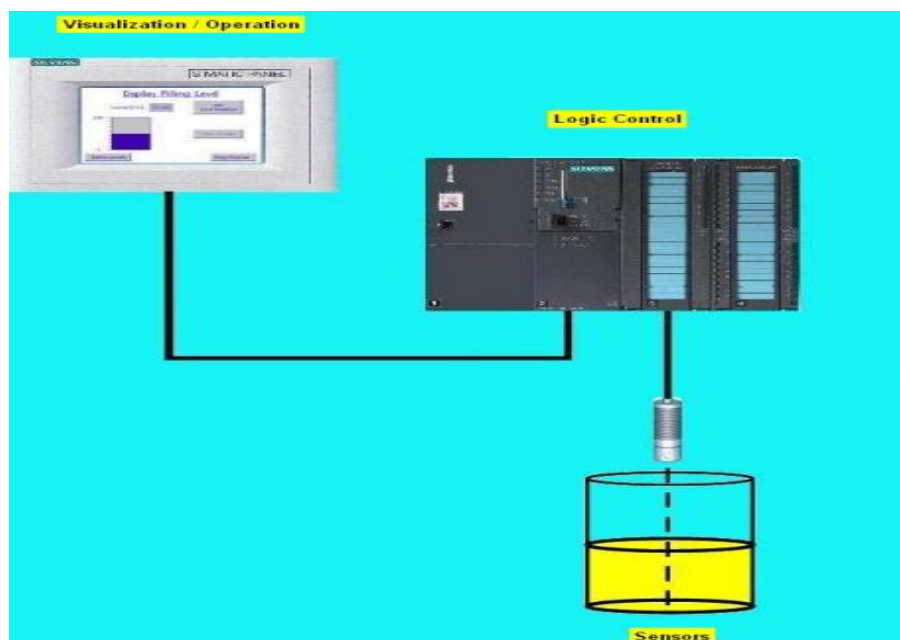


Figure II.11 : Dispositif simplifié de détection de niveau

Et dans notre application nous avons exploité le signal de sortie en (4, 20mA)

Linéarisation : la fonction de linéarisation du **Micropilot M** permet de convertir la valeur mesurée dans n'importe quelle unité de longueur ou de volume.

Les tableaux de linéarisation pour calculer le volume dans les cuves cylindriques sont préprogrammés. [22]

Aussi il y a possibilité de l'utiliser pour d'autres tâches grâce à son principe de détection se basant sur la densité des produits réfléchissant les ondes électromagnétiques

La connaissance du niveau du réservoir en temps continu nous donne d'énormes avantages à savoir déjà pouvoir l'exploiter pour l'interface homme machine.

Et surtout la capacité de détecter tout dépassement par apports aux seuils fixés par le chef de quart pour éviter les débordements par exemple.

II.6.2. Détecteur de température la sonde RTD

Les RTD (*Resistance Temperature Detectors*, capteurs de température à résistance) fonctionnent sur le principe de la détection des variations de résistance électrique des métaux purs : en effet, leur résistance varie de façon linéaire avec la température.

Populaires pour leur stabilité, les RTD présentent le signal le plus linéaire de tous les capteurs électroniques en matière de température. Toutefois, ils sont généralement plus onéreux que leurs équivalents à cause de leur construction plus délicate et du platine qu'ils contiennent. Les RTD se caractérisent aussi par un temps de réponse élevé et par une faible sensibilité. En outre, ils nécessitent une excitation en courant et sont sujets à l'auto-échauffement.[23]

L'intérêt de capter la température des produits et de pouvoir déclencher des alarmes au cas où cette dernière atteint des seuils dangereux et aussi pour pouvoir calculer le volume corrigé des hydrocarbures car leur volume dépend linéairement de la température.

Ainsi que l'exploitation de cette mesure pour l'interface homme machine.

Elle peut avoir en sortie deux fils ou plus trois ou quatre ces fils en plus servent à augmenter la précision de mesure.

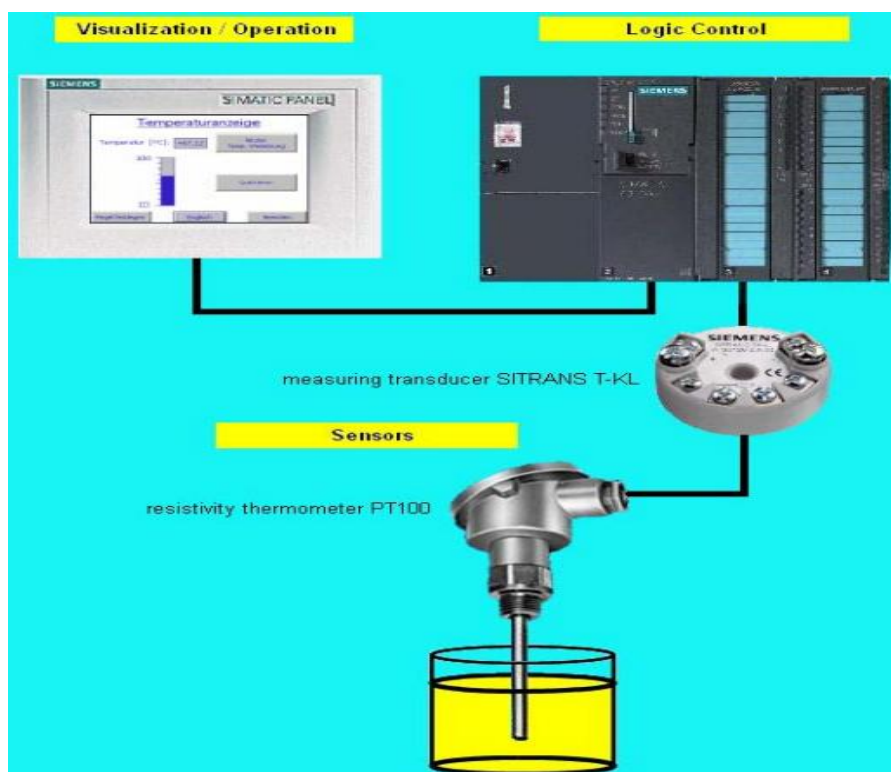


Figure II.12 : Dispositif de mesure de la température.

II.6.1.3. Détecteur de sens de circulation

Pour chaque conduite reliée à un bac on a deux Switch indiquant le sens de circulation du produit.

II.6.2. Actionneurs

II.6.2.1. Electrovanes

Elles sont de marque ROTORK qui est une référence mondiale dans le domaine des motorisations de vannes, pour les industries du traitement du pétrole, du gaz, de l'énergie, de l'eau et des déchets [24]

Elles appartiennent à la gamme ROTORK IQ de motorisations électriques intelligentes de vannes caractérisée par leur système de double étanchéité et sa capacité de mise en service «non intrusive» à infrarouge, avec l'addition d'une motorisation quart de tour.



Figure II.13 : Vue d'une électrovanne.



Les motorisations ROTORKIQ et IQT sont complètement compatibles avec les systèmes de communications de bus de terrain comme PROFIBUS, MODBUS,...

Les électrovannes sont caractérisées par :

- Possibilité de manœuvre manuelle.
- Réglage sans intrusion.
- Commande de position.
- La motorisation permet une commande de vitesse.

➤ **Etats des électrovannes :**

Ouverture, fermeture, manœuvre (signal continu ou à pulsations) de vanne. Arrêt local sélectionné, local sélectionné, à distance sélectionné, inter verrouillage actif ouvert ou fermé, ESD actif.

➤ **Alarmes de vanne :**

Moteur déclenché sur couple à mi-course, moteur déclenché sur couple s'ouvrant, se fermant, couple pré-réglé dépassé, vanne coincée, motorisation manœuvrée avec le volant.

➤ **Commande système bus de terrain**

Une unité Pakscan est montée à l'intérieur de la motorisation pour donner une commande à distance et une indication de l'état sur une liaison série à deux fils tolérant les défauts.

Distances en boucle allant jusqu'à 20 km sans répéteurs et les communications hôtes utilisant le protocole Modbus.

➤ **Modbus**

Les modules Modbus convenant aux bus de communication simples ou doubles peuvent être inclus dans les motorisations IQ pour fournir une communication bus de terrain de toutes les fonctions de commandes et données de retour de la motorisation. Les informations bus de terrain sont effectuées sur un bus de données RS485 et le protocole de communications utilisé est le Modbus RTU. Les variables de système, telles qu'adresses d'unité et débit en bauds de données sont programmées sur un lien de données infrarouges.

➤ **Profibus**

Un module d'interface Profibus DP est disponible pour permettre à la motorisation d'être intégrée dans un réseau Profibus. Permet de commander complètement la motorisation et le retour de données vers l'hôte.

Toutes les vannes sont uniformément de 20" sauf celles qui correspondent aux pompes de petites dimensions qui sont de 15" et 16".

On a aussi un système de protection qui est constitué d'une vanne de sectionnement et des soupapes de décharge qui sont tarées à 14kg/cm², 27kg/cm² et 83kg/cm² qui protègent le système contre les surpressions.

II.6.2.2. Groupe électropompe

Leurs caractéristiques sont données par le tableau suivant :

- Pour le parc nord :

Désignation	Fournisseur	Caractéristiques
1 pompe (R) centrifuge à 3étages	Guinard	Type VB1150-25, Q=1250m ³ /h, V=1470t/mn, P=390cv, T=5500v, I=41,5a, HMT=70m
2 pompes (S,T) centrifuges à 2 étages	Guinard	Type VB1850-31, Q=2500m ³ /h, V=1480tr/mn, P=368cv, HMT=85m, T=5500v, I=47,5a.
4 pompes (M, N, O,P) centrifuges	Guinard	Type VB1850-30, Q=2500m ³ /h, V=1500tr/mn, P=750cv, HMT=90m, T=5500v, I=68a.

Tableau II.3 : Les caractéristiques de groupe électrogène du parc nord.

- Et pour le parc sud :

Désignation	Fournisseur	Caractéristiques
1 pompe (W) centrifuge à 3étages	Guinard	Type VB1150-31, Q=1280m ³ /h, V=1470t/mn, P=390CV, T=5500v, I=26a, HMT=70m
2 pompes (Y,Z) centrifuges à 2 étages	Guinard	Type VB2650-30, Q=3500m ³ /h, V=985tr/mn, P=860cv, HMT=90m, T=5500v, I=82a.

Tableau II.4 : Les caractéristiques de groupe électrogène du parc sud.

➤ **Les différents équipements électriques :**

- Un GE (groupe électrogène) n°1 de secours à démarrage automatique (P=165kva, I=251a), alimente les circuits prioritaires (boucles de puissance des vannes des manifolds Nord et Sud, tour de contrôle, salle trafic).
- Un GE n°2 de secours (P=475kva, I=722a)
- Deux GEP incendie du bassin 600m³.
- Deux transformateurs pour alimenter les pompes du TM Sud (T=5500v/380v/220v – 250kva).
- Un transformateur pour alimenter les pompes TM Nord (T=30kv - 380v/220v), alimente tout ce qui est BT (basse tension) –pompes incendies, bassin 8000m³, agitateurs, pompes cuvette, climatisation et éclairage (des ateliers et de l'administration).
- Une centrale électrique abritant les équipements HT (haute tension) et MT (moyenne tension).
- Une salle électrique (salle des châssis Nord).
- Une tour de contrôle qui est dotée de deux tableaux synoptiques, sur lesquels, on peut visualiser toutes les opérations de remplissage et vidange des bacs, de transvasement entre bacs de chargement des pétroliers.

II.6.3. Conclusion

Au début de ce chapitre nous nous sommes intéressés à la description du réseau de transport des hydrocarbures et à leurs stockages. Après nous avons exposé la partie instrumentations, cette dernière est la plus intéressante par rapport à notre sujet d'étude.

Chapitre III :

Logiciels de programmation SIMATIC

III.1. Le STEP 7

III.1.1. Qu'est-ce que STEP 7 ?

STEP7 est un logiciel de base pour la programmation et la configuration de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet : la création et la gestion de projets, la configuration et le paramétrage du matériel et de la communication, la gestion des mnémoniques, et la création de programmes. Il inclut 6 applications : [9]

III.1.1.1. Gestionnaire de projets SIMATIC :

Il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation. Il démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

III.1.1.2. Editeur de mnémoniques :

Il permet de gérer toutes les variables globales. C'est-à-dire la définition de désignations symboliques et de commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties), mémentos et blocs, l'importation et l'exportation avec d'autres.

III.1.1.3. Diagnostic du matériel :

Il fournit un aperçu de l'état du système d'automatisation. Dans une représentation d'ensemble, un symbole permet de préciser pour chaque module, s'il est défaillant ou pas. De plus permet l'affichage d'informations générales sur le module et son état, l'affichage d'erreurs sur les modules de la périphérie centrale et des esclaves DP et l'affichage des messages de la mémoire tampon de diagnostic.

III.1.1.4. Langages de programmation :

Trois langages de programmation sont inclus dans le logiciel de base : CONT (LD Ladder Diagram), LIST (IL Instruction List) et LOG (FBD Function Bloc Diagram), d'autre langage de programmation peuvent être procurés sous forme de logiciel additionnel : le SCL (ST Structured Text) et le GRAPH (GRAFSET).

III.1.1.5. Configuration matérielle :

Il permet de configurer et paramétrer le matériel d'un projet d'automatisation. Il suffit juste de sélectionner le châssis (Rack) dans un catalogue électronique et leurs affecter les modules sélectionnés aux emplacements souhaités dans les racks (CPU, SM, FM...). De plus il permet

le paramétrage de la CPU (comportement à la mise en route, surveillance du temps de cycle), des modules fonctionnels (FM) et de processeurs de communication (CP).

III.1.1.6. NetPro :

Il permet le transfert de données via MPI tout en offrant les possibilités de choisir les participants à la communication et de définir les liaisons de communication.

III.1.2. Création d'un projet STEP7

Un projet comprend deux données essentielles, les programmes et la configuration du matériel, on peut commencer par définir l'une ou l'autre, mais tout d'abord il faut démarrer le programme SIMATIC Manager. Ce programme est l'interface graphique qui permet la manipulation du projet et l'accès aux autres programmes de STEP7. [16]



SIMATIC Manager.lnk

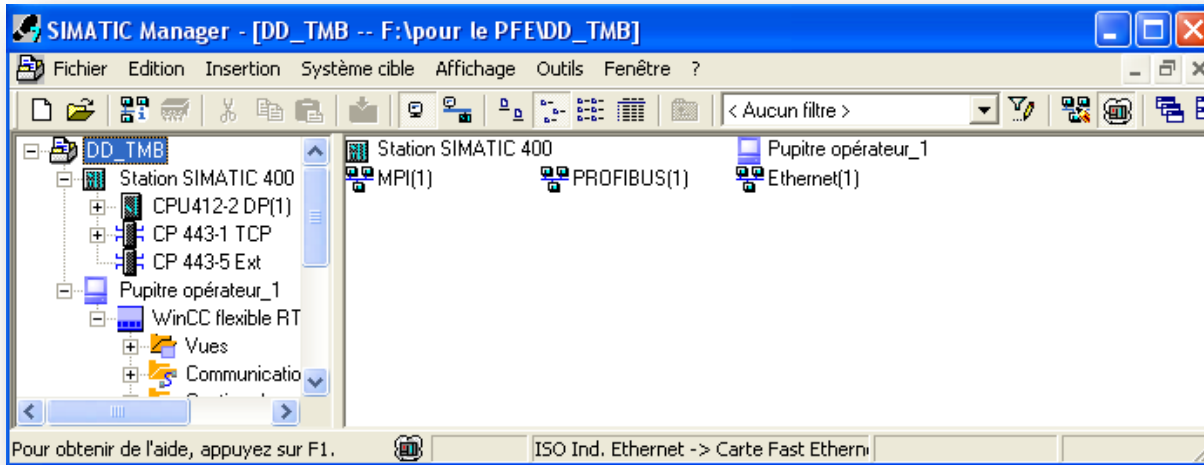


Figure III.1 : Création d'un projet avec SIMATIC Manager

Pour en créer un nouveau, il suffit de cliquer sur le bouton 'Nouveau projet', attribuer un nom et valider. Ensuite il faut choisir une station de travail.

Une station SIMATIC représente une configuration matérielle S7 comportant un ou plusieurs modules programmables. Il existe différents types:

- ✓ SIMATIC 400 : Automate à performances extrêmes, adapté à l'exécution de programme de lourds calculs.

- ✓ SIMATIC 300 : Automate à extensibilité modulaire.
- ✓ SIMATIC H : Automate insensible aux défaillances, il se compose de 2 CPU du même type, en cas de problème elle commute de l'une vers l'autre sans perte de données.
- ✓ SIMATIC PC : ou Station PC, représente un PC ou une station OS contenant des composants SIMATIC : des applications (WinCC, par ex.), un automate logiciel ou une carte CPU enfichée dans le PC.
- ✓ Autres stations : se sont soit des appareils d'autres fabricants ou bien des stations de SIMATIC S7 contenus dans un autre projet.
- ✓ SIMATIC S5 : liaison vers un projet S5.
- ✓ PG/PC : Outils de programmation pour contrôleurs SIMATIC, c'est une console de programmation compatible avec le milieu industriel.



Figure III.2 : Station PC et PG/PC.

Par exemple on va choisir une station SIMATIC 300 :

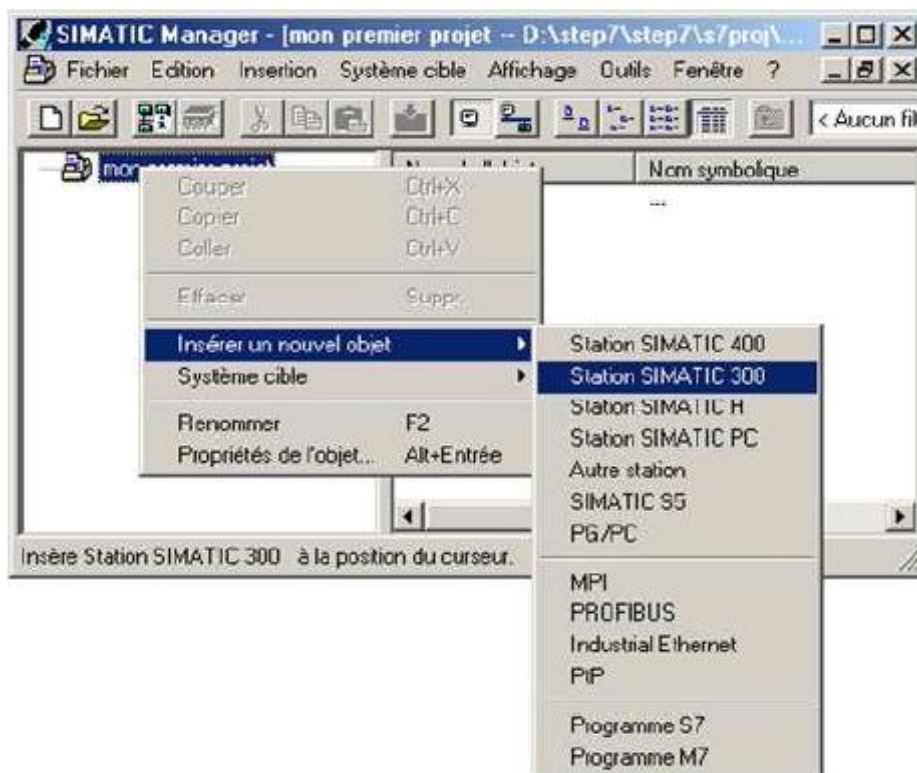


Figure III.3 : Choix de la station SIMATIC 300.

Pour commencer, le plus simple est de configurer le matériel, d’éditer les programmes puis les charger dans la CPU. Double cliquer sur ‘Matériel’ démarre l’application HW Config.

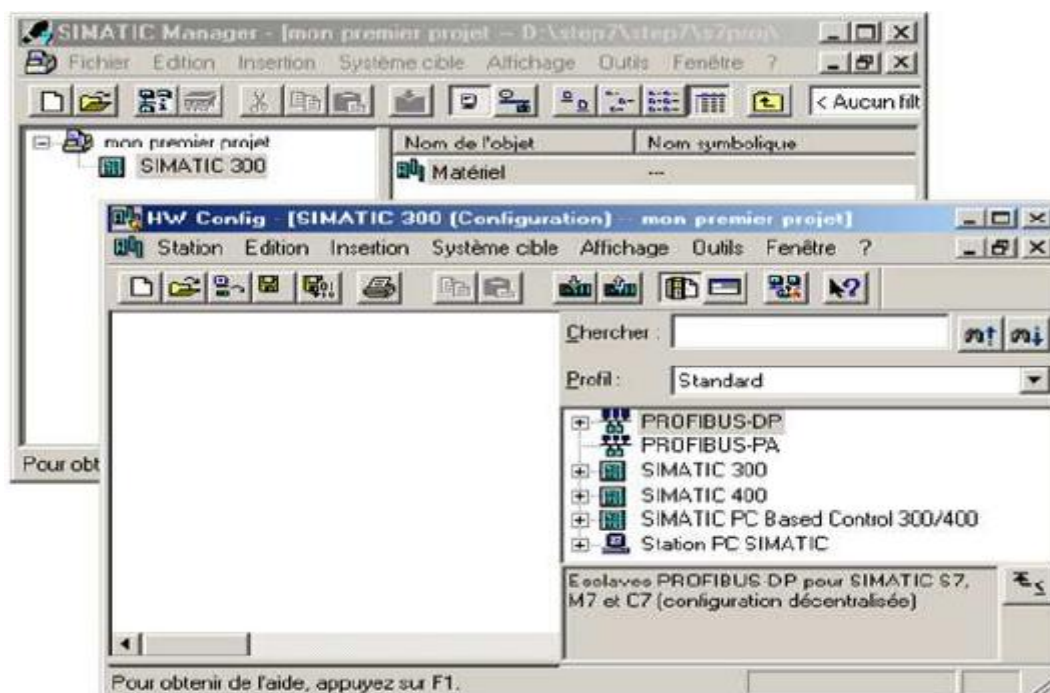


Figure III.4 : Configuration matériels pour la station S300.

III.1.3. Configuration du matériel

Pour configurer le matériel, il suffit de faire glisser des éléments du catalogue dans l'emplacement approprié, on choisit le 'Rack', l'alimentation, la CPU et les E/S...

Dans le catalogue on trouve les modules qu'on peut affecter à chaque type de station, on distingue: [16]

- ✓ **C7** : Système intégré compact qui regroupe automate programmable et interface homme machine (pupitre opérateur) pour la réalisation de commandes de machines sous encombrement réduit.
- ✓ **CP** : Communication Processor, module de communication (PROFIBUS, Industriel Ethernet, Peer to Peer...).
- ✓ **FM** : (Function Module), il regroupe les modules de fonctions (régulation, comptage...).
- ✓ **IM** : Coupleurs d'extension, il permet l'ajout d'autres modules.
- ✓ **M7** : Modules d'extension et cartouches interface pour SIMATIC M7.
- ✓ **PS** : Module d'alimentation.
- ✓ **Rack** : Support mécanique.
- ✓ **Routeur** : Relie Industriel Ethernet à PROFIBUS.
- ✓ **SM** : Signal Module, c'est le module d'E/S, il contient le AI module d'entrées analogiques, le AO module de sorties analogiques, le DI module d'entrées TOR et le DO module de sorties TOR.
- ✓ **CPU** : L'Unité Centrale, noté CPU xxx a b.
 - xxx est la famille de la CPU
 - a, b sont les propriétés de la CPU (éléments additionnels, port de communication...). Par exemple :
 - **C** : compact, la CPU intègre des modules E/S ainsi que des fonctions spécialisées.
 - **PtP** : Peer to Peer, la CPU intègre un port de communication Point to Point.
 - **H** : Fault-tolerant, des unités de traitements insensibles aux défaillances
 - **DP** : Decentralized Periphery, la CPU intègre un port de communication PROFIBUS.

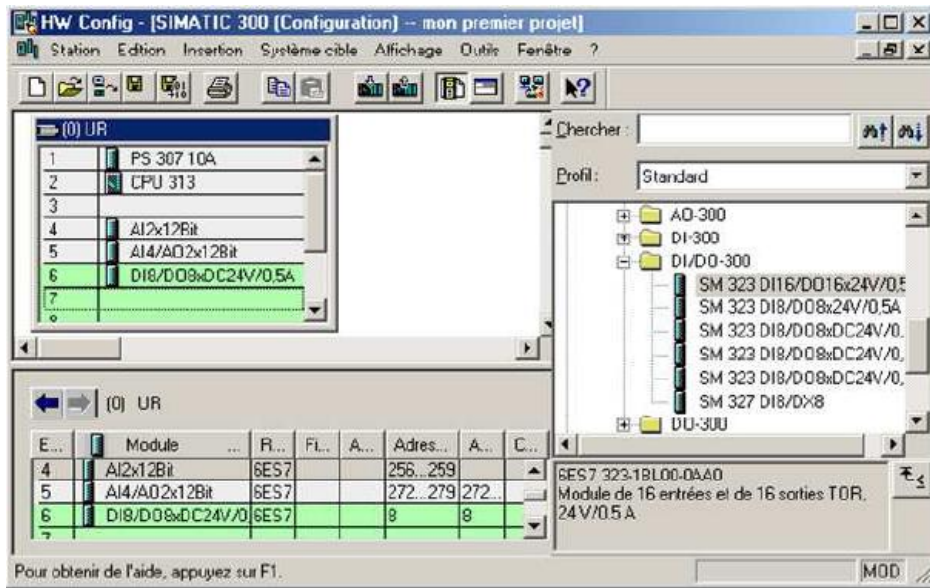


Figure III.5 : Sélection des modules.

Si l'insertion de l'élément choisie est possible dans le Rack, la case appropriée devient verte. Une fois le matériel choisi on sauvegarde, on compile et on charge dans la CPU.

III.1.4. Définition des mnémoniques

De retour dans le SIMATIC Manager, on trouve de nouveaux éléments. On commence par créer les mnémoniques dans la section programmes.

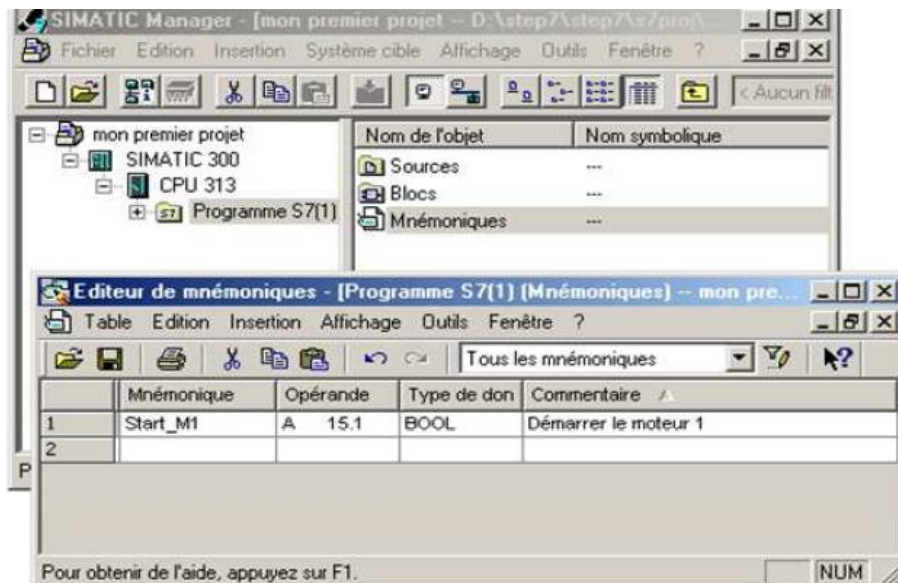


Figure III.6 : Edition des Mnémoniques.

En affectant des noms symboliques aux adresses absolues, les programmes deviennent plus lisible, faciles à corriger et à mettre à jour.

Il y a quatre différents types d'opérande : le bit, l'octet, le mot et le double mot. Ces types définissent l'accès à une zone mémoire. Pour chaque opérande un certain type de données est permis : [13]

- ✓ Pour le bit : BOOL : variable booléenne (True ou False, 1 ou 0).
- ✓ Pour l'octet : deux types de données sont possibles :
 1. BYTE: nombre hexadécimal de B#16#0 à B#16#FF.
 2. CHAR : Caractère ASCII, 'A', 'B'...
- ✓ Pour le mot : quatre types de données sont possible :
 1. WORD : nombre hexadécimal de W#16#0 à W#16#FFFF.
 2. INT : nombre entier de -32768 à 32767.
 3. S5TIME : Durée S7 en pas de 10 ms (valeur par défaut), de S5T#0H_0M_0S_10MS à S5T#2H_46M_30S_0MS.
 4. DATE : Date en incréments de 1 jour, de D#1990-1-1 à D#2168-12-31.
- ✓ Pour le double mot : cinq types de données :
 1. DWORD : nombre hexadécimal de DW#16#0000_0000 à DW#16#FFFF_FFFF.
 2. DINT : nombre entier de L#-2147483648 à L#2147483647.
 3. REAL : nombre à virgule flottante, Limite supérieure : 3.402823e+38
Limite inférieure : 1.175 495e-38.
 4. TIME : Durée en incréments de 1 ms, de -T#24D_20H_31M_23S_648MS à T#24D_20H_31M_23S_647MS.
 5. TIME_OF_DAY : Heure en pas de 1 ms, de TOD#0:0:0.0 à TOD#23:59:59.999.

Le tableau suivant présente les différentes zones mémoire :

<i>Nom de la zone</i>	<i>Description</i>	<i>Accès à la zone par</i>
Mémoire Image des Entrées (MIE)	Au début du cycle le système d'exploitation lit les entrées provenant du processus et enregistre ces valeurs dans la MIE. Le programme utilise ces valeurs pendant son traitement normal.	Bit : E Octet : EB Mot : EW Double mot : ED
Mémoire Image des Sorties (MIS)	Pendant le cycle le programme calcule les valeurs de sortie et les dépose dans la MIS. A la fin du cycle le système d'exploitation lit les valeurs de sorties figurées dans la MIS et les transmet aux sorties du processus.	Bit : A Octet : AB Mot : AW Double mot : AD
Mémentos	Se sont des zones mémoires qui permettent de sauvegarder les résultats intermédiaires	Bit : M Octet : MB

	calculés dans le programme.	Mot : MW Double mot : MD
Périphérie d'entrée et de	Cette zone permet d'accéder directement aux modules d'entrées et de sorties.	Octet : PEB, PAB
Sortie		Mot : PEW, PAW Double mot : PED ou PAD
Temporisations	Cette zone sert d'espace mémoire pour les cellules de temporisation, l'horloge accède à ces cellules afin de les mettre à jour en décrémentant la valeur de temps.	T
Compteurs	Cette zone mémoire, sert d'espace mémoire pour les opérations de comptage.	Z
données locales	Cette zone contient les données temporaires, elle est utilisé dans les blocs de code (OB, FB ou FC). Ces données sont rangées dans la pile des données locales, elles seront perdues une fois le bloc de code achevé.	Bit : L Octet : LE Mot : LW Double mot : LD

Tableau III.1 : Les différentes zones mémoire

III.1.5. Edition des programmes

Dans la section 'bloc' du SIMATIC Manager, on trouve par défaut le bloc d'organisation 1 'OB1' qui représente le programme cyclique. On peut rajouter d'autres blocs à tout moment par un cliquer droit dans la section Bloc de SIMATIC Manager.

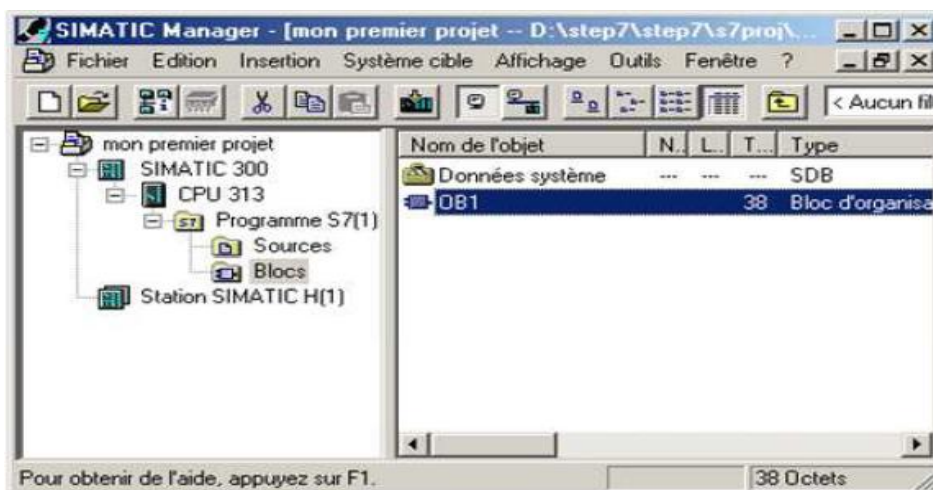


Figure III.7 : Edition des programmes

Deux programmes différents s'exécutent dans la CPU: le système d'exploitation et le programme utilisateur.

Le système d'exploitation, organise toutes les fonctions et procédures dans la CPU qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique. Il gère le déroulement du démarrage à chaud et du redémarrage, l'actualisation de la mémoire image des entrées et l'émission de la mémoire image des sorties, l'appel du programme utilisateur, la gestion des zones de mémoire l'enregistrement des alarmes et l'appel des OB d'alarme...

Le programme utilisateur contient toutes les fonctions nécessaires au traitement des tâches d'automatisation spécifique. Ce programme doit être créé et chargé dans la CPU par l'utilisateur. Il détermine les conditions pour le démarrage à chaud et le redémarrage de la CPU (par exemple, initialiser des signaux), il traite les données du processus (par exemple, combiner des signaux binaires, lire et exploiter des valeurs analogiques), il doit réagir aux alarmes et traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme.

Le STEP 7 permet de structurer le programme utilisateur en le subdivisant en différentes parties autonomes ou dépendantes. Ceci permet d'écrire des programmes importants mais clairs, simples à tester et à modifier. [14]

III.1.5.1. Blocs d'organisation

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement du programme cyclique et des programmes déclenchés par alarmes, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

Les blocs d'organisation définissent l'ordre (événements de déclenchement) dans lequel les différentes parties du programme sont traitées.

L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB (les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible). Les blocs d'organisations les plus prioritaires sont ceux de la mise en route (OB100, OB101 et OB102) et le moins prioritaire est le cycle en arrière plan (OB90).

On appelle alarmes les événements qui déclenchent l'appel d'un OB donné. Le type d'alarme définit la classe de priorité de celle-ci. Il existe 13 types d'alarmes :

1. Cycle libre (OB1) : il s'exécute d'une façon continue. Son traitement constitue le traitement normal pour les automates programmables. Le système d'exploitation appelle l'OB1 cycliquement et déclenche ainsi le traitement cyclique du programme utilisateur.
2. Alarmes horaires (OB10 à OB17) : Elles peuvent être déclenchées une seule fois à un moment donné (indication de temps absolue avec date) ou périodiquement avec indication

du commencement et de la fréquence de répétition (par exemple, toutes les minutes, toutes les heures, tous les jours).

3. Alarmes temporisées (OB20 à OB23) : Elles permettent l'exécution retardée de certaines parties du programme utilisateur. Ce retard doit être défini précédemment.
4. Alarmes cycliques (OB30 à OB38) : Elles sont déclenchées à des intervalles de temps précis. La période de déclenchement est toujours un multiple entier de la période de base de 1 ms.
5. Alarmes de processus (OB40 à OB47) : Elles réagissent à des signaux provenant des modules (SM, CP ou FM). Elles sont déclenchées lorsqu'un module de signaux pouvant générer des alarmes de processus, avec validation d'alarme de processus paramétrée, transmet un signal de processus reçu à la CPU ou lorsqu'un module de fonction de la CPU signale une alarme.
6. Alarme DPV1 (OB55 à OB57) : Les esclaves DPV1 (modules décentralisés) peuvent déclencher des alarmes de diagnostic, de processus et de débrogage.
7. Alarme multiprocesseur (OB60) : Le mode "multiprocesseur" correspond au fonctionnement simultané de plusieurs CPU (quatre au maximum) dans un châssis central. Lors du traitement de l'alarme multiprocesseur, le programme utilisateur émetteur ainsi que les programmes utilisateur s'exécutant dans les autres CPU vérifient s'ils connaissent la tâche et réagissent ensuite selon la programmation.
8. Alarmes de synchronisme d'horloge (OB61 à OB64) : Elle permet la synchronisation du programme utilisateur contenu dans une CPU avec d'autres programmes répartis dans un réseau.
9. Erreur de redondance (OB70 et OB72) : Elle est appelée lorsqu'une perte de redondance se produit sur le réseau PROFIBUS DP, perte de redondance des CPU, erreur de synchronisation ou erreur dans un module SYNC.
10. Erreurs asynchrones (OB80 à OB87) : Elles sont appelées lorsqu'apparaît
 - a. une erreur de temps : le dépassement du temps de cycle maximal, le saut d'alarmes horaires parce que l'heure a été avancée, un retard excessif pour le traitement d'une classe de priorité.
 - b. une défaillance dans l'appareil de base ou dans un appareil d'extension : de la tension d'alimentation 24 V, d'une pile, du système de sauvegarde entier.

- c. débrochage/enfichage, erreur sur l'interface au réseau MPI, erreur d'exécution du programme (l'OB correspondant ne démarre pas) ou erreur de communication.
11. Cycle en arrière plan (OB90) : Il permet d'exécuter des processus à durée non critique et ainsi d'éviter des temps d'attente.
12. Mise en route (OB100 à 102) : On distingue entre les modes de mise en route suivants:
- a. redémarrage (n'existe pas pour les S7-300 et S7-400H) : OB101
 - b. démarrage à chaud (le seul possible pour S7-300) : OB100
 - c. démarrage à froid : OB102
13. Erreurs synchrones (OB121 et OB122) : Elles sont appelées lorsqu'apparaît une erreur de programmation (des temporisations adressées manquent, un bloc appelé n'est pas chargé...) ou lorsqu'une opération STEP 7 accède à une entrée ou une sortie d'un module de signaux à laquelle aucun module n'était associé lors du dernier démarrage, par exemple : erreur en cas d'accès direct à la périphérie (module défaillant ou manquant), accès à une adresse de périphérie inconnue de la CPU.

III.1.5.2. Fonctions et blocs fonctionnels

On peut programmer chaque bloc d'organisation en tant que programme structuré en créant des fonctions (FC) et des blocs fonctionnels (FB).

- ✓ Les blocs fonctionnels (FB) sont des blocs de code associés à des blocs de données d'instance, dans les quels sont sauvegardés les paramètres effectifs et les données statique des blocs fonctionnels.
- ✓ Les fonctions (FC) sont des blocs de code sans rémanence, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas associés à des blocs de données, les paramètres effectifs ne sont pas sauvegardés automatiquement.

De plus il existe les blocs fonctionnels système (SFB) et les fonctions système (SFC), qui sont des fonctions préprogrammés. Ils peuvent être appelés à partir du programme utilisateur. On trouve des fonctions système pour la copie de blocs de données, le contrôle du programme utilisateur, la gestion des alarmes horaires et temporisées... [9]

III.1.5.3. Bloc de données

Les blocs de données (DB) servent à l'enregistrement de données utilisateur. Les blocs de données globaux servent à l'enregistrement de données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs. Les blocs de données d'instances sont affectés à des blocs fonctionnels.

Les différents blocs cités ci-dessus peuvent être édités avec l'application 'CONT LIST LOG'.

III.1.6. Programmation des blocs

La programmation des blocs de codes peut se faire à l'aide de trois applications : [5]

1. **CONT LIST LOG** : elle permet de programmer des blocs d'organisations 'OB', des blocs fonctionnels 'FB' et des fonctions 'FC'.
2. **GRAPH** : elle permet de programmer des blocs fonctionnels 'FB'.
3. **SCL** : elle permet de créer des sources de code. Une source de code est un fichier texte, qui contient une suite d'instructions, une fois compilé il peut être transféré dans la CPU. On peut trouver dans un même fichier source tout le programme utilisateur, c'est-à-dire les blocs d'organisations, les blocs fonctionnels et les fonctions.

III.1.7. Simulation de modules

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet l'exécution et le teste du programme utilisateur destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400, ainsi qu'à WinPLC. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP 7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque. Lorsque S7-PLCSIM s'exécute, toute nouvelle liaison est automatiquement dirigée vers la CPU de simulation.

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). [15]

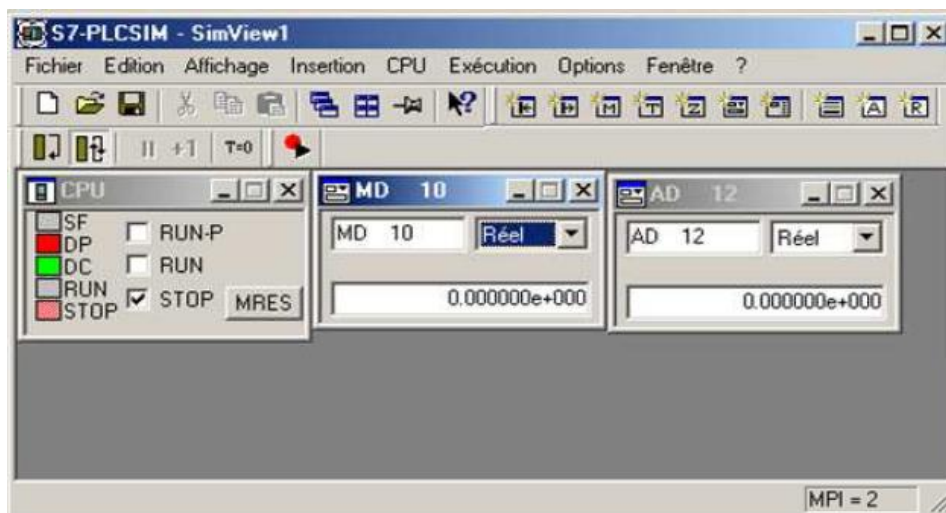


Figure III.8 : Simulation de module.

En outre, S7-PLCSIM possède les fonctions suivantes : [15]

- ✓ On peut créer des "fenêtres" dans lesquelles on a la possibilité d'accéder aux zones de mémoire d'entrée et de sortie, aux accumulateurs ainsi qu'aux registres de la CPU de simulation. On peut également accéder à la mémoire par adressage symbolique (il faut juste charger la table des mnémoniques dans 'options', puis sur 'outils' 'insérer mnémoniques').
- ✓ On peut sélectionner l'exécution automatique des temporisations ou encore les définir et les réinitialiser manuellement.
- ✓ On a la possibilité de changer l'état de fonctionnement de la CPU (STOP, RUN et RUNP) comme pour une CPU réelle. De plus, on dispose d'une fonction de pause qui permet d'interrompre momentanément la CPU, sans affecter l'état du programme.

Bien que l'AP de simulation soit essentiellement logiciel, STEP 7 le considère comme une réelle composante matérielle, à quelques différences près :

- ✓ Contrairement à ce qui se passe avec une CPU réelle lors de la mise à l'arrêt de la CPU, l'état des sorties ne change pas.
- ✓ La CPU n'attend pas le début ou la fin du cycle pour actualiser une donnée qu'on a modifiée. Toute modification dans une fenêtre entraîne l'actualisation immédiate du contenu de l'adresse en mémoire.
- ✓ Les options d'exécution permettent de choisir le mode d'exécution du programme par la CPU :
 - La commande Cycle unique exécute un cycle du programme, puis attend qu'on démarre l'exécution du cycle suivant.

- La commande Cycle continu exécute le programme de la même manière que dans un AP réel : elle démarre un nouveau cycle aussitôt que le cycle précédent est terminé.
- ✓ On peut déclencher manuellement les OB d'alarme (aller dans 'exécution' puis 'déclenchement OB Erreur').
- ✓ Les modules fonctionnels (FM) ne sont pas pris en charge.
- ✓ La communication d'égal à égal n'est pas possible.

III.2. WinCC flexible

III.2.1. Introduction à SIMATIC HMI

III.2.1.1. Introduction

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

Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation.

Un système IHM se charge des tâches suivantes: [17]

- ✓ **Représentation du process :** Le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Lorsqu'un état du processus évolue p. ex., l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.
- ✓ **Commande du processus :** L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique. Il peut p. ex. définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.
- ✓ **Vue des alarmes :** Lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, p. ex. lorsqu'une valeur limite est franchie.
- ✓ **Archivage de valeurs processus et d'alarmes :** Les alarmes et valeurs processus peuvent être archivées par le système IHM. Nous pouvons ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.

- ✓ **Documentation de valeurs processus et d'alarmes :** Les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système IHM sous forme de journal. Nous pouvons ainsi consulter les données de production à la fin d'une équipe par exemple.
- ✓ **Gestion des paramètres de processus et de machine :** Les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrés au sein du système IHM dans des recettes. Ces paramètres sont alors transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante du produit par exemple.

III.2.1.2. SIMATIC HMI

SIMATIC HMI offre une gamme complète permettant de couvrir toutes les tâches de contrôle-commande. SIMATIC HMI vous permet de maîtriser le processus à tout instant et de maintenir les machines et installations en état de marche.

Les systèmes SIMATIC HMI simples sont p. ex. de petites consoles à écran tactile mises en œuvre sur site.

A l'autre extrémité de la gamme SIMATIC HMI se trouve des systèmes utilisés pour la conduite et la surveillance de chaînes de production. Il s'agira en l'occurrence des puissants systèmes client-serveur.

III.2.1.3. Utilisation de SIMATIC WinCC flexible

WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC flexible réunit les avantages suivants:

- SIMPLICITE ;
- OUVERTURE ;
- FLEXIBILITE.

III.2.2. Présentation du système WinCC flexible

III.2.2.1 Eléments de WinCC flexible

➤ WinCC flexible Engineering System

WinCC flexible Engineering System est le logiciel avec lequel nous réalisons toutes les tâches de configuration requises. L'édition WinCC flexible détermine les pupitres opérateurs de la gamme SIMATIC HMI pouvant être configurés.

➤ WinCC flexible Runtime

WinCC flexible Runtime est le logiciel de visualisation de process. Dans Runtime, nous exécutons le projet en mode process.

➤ **Options WinCC flexible**

Les options WinCC flexible permettent d'étendre les fonctionnalités de base de WinCC flexible. Chaque option nécessite une licence particulière.

III.2.2.1.1. WinCC flexible Engineering System

WinCC flexible est le système d'ingénierie pour toutes les tâches de configuration. WinCC flexible est un logiciel modulaire. Chaque incrément d'édition élargit l'éventail des appareils cibles et fonctionnalités pris en charge.

WinCC flexible couvre toute l'étendue de la gamme allant des micro panels à la visualisation simple sur PC. Les fonctionnalités de WinCC flexible sont ainsi comparables à celles de produits de la famille ProTool et de TP-Designer. [17]

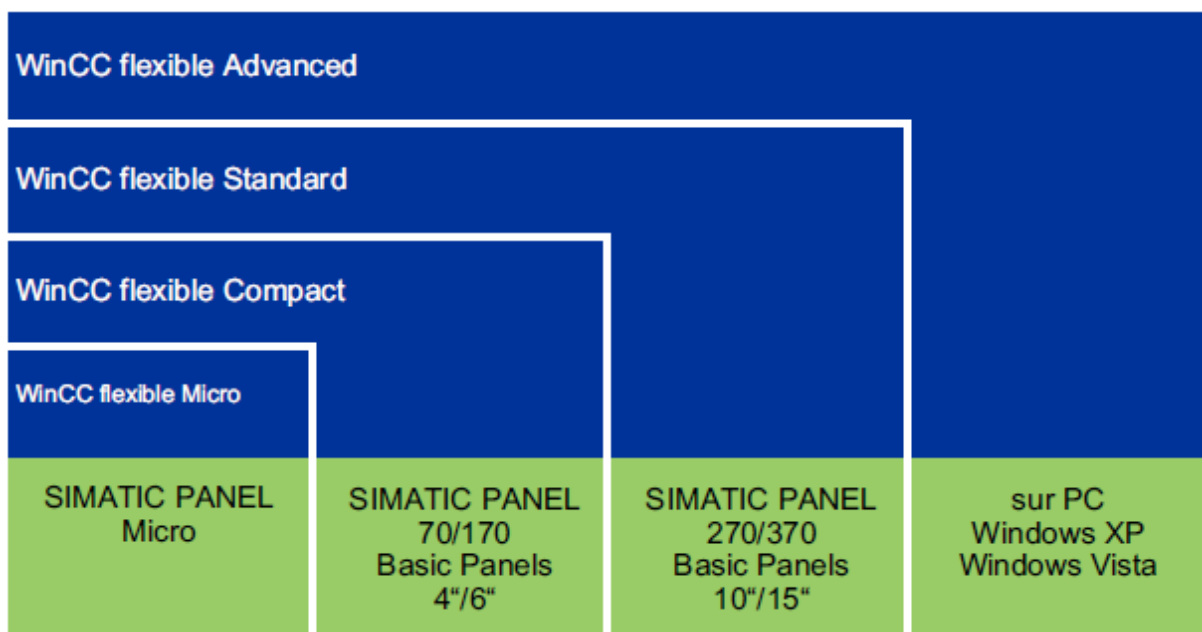


Figure III.9 : La gamme de WinCC flexible.

Lorsque nous créons ou ouvrons un projet sous WinCC flexible, l'écran de l'ordinateur de configuration affiche WinCC flexible Workbench. La fenêtre de projet affiche la structure du projet et permet de gérer celui-ci.

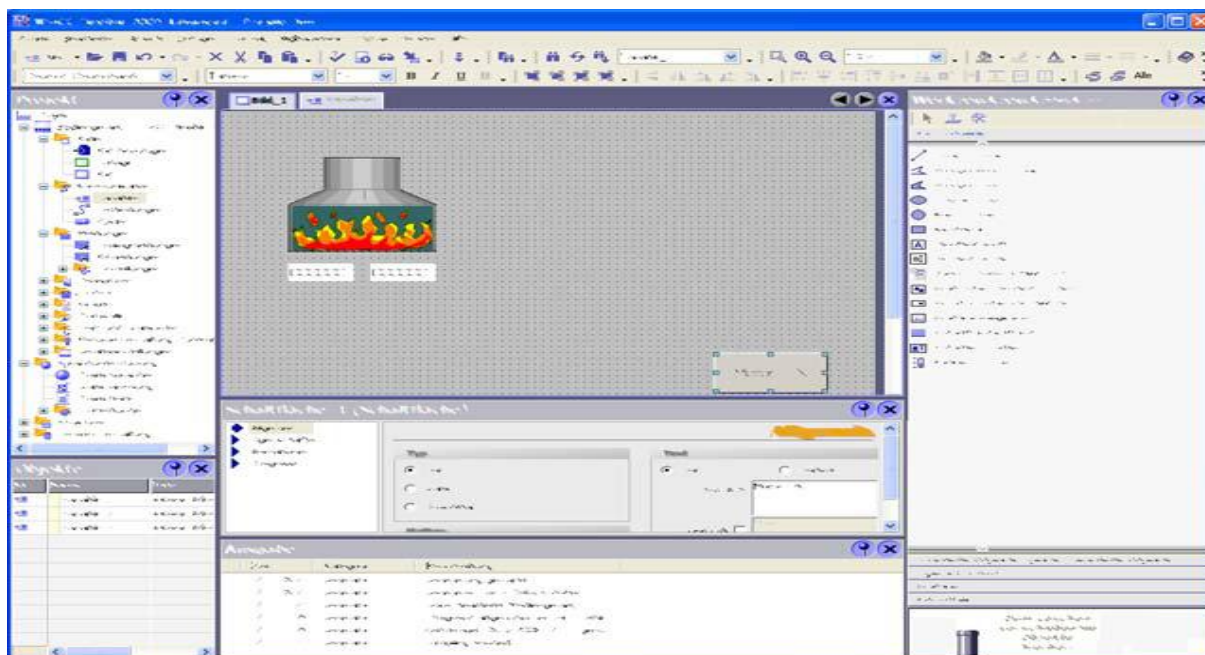


Figure III.10 : La fenêtre principale de WinCC flexible.

L'édition de WinCC flexible utilisée détermine les types de pupitre opérateur que nous pouvons configurer. Si nous voulons configurer un pupitre opérateur qui n'est pas pris en charge par l'édition actuelle de WinCC flexible, nous pouvons changer d'édition. Toutes les fonctionnalités déjà utilisables restent disponibles.

III.2.2.1.2. WinCC flexible Runtime

Principe : Au Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du processus. Les tâches suivantes sont alors exécutées:

- ✓ Communication avec les automates.
- ✓ Affichage des vues à l'écran.
- ✓ Commande du processus, p. ex. spécification de consignes ou ouverture et fermeture de vannes.
- ✓ Archivage des données de runtime actuelles, des valeurs processus et événements d'alarme p. ex.

Capacités fonctionnelles de WinCC flexible Runtime : WinCC flexible Runtime prend en charge un nombre différent de variables de processus ("Powertags") en fonction de la licence achetée:

- ✓ WinCC flexible Runtime 128 : Prend en charge 128 variables de processus.
- ✓ WinCC flexible Runtime 512 : Prend en charge 512 variables de processus.
- ✓ WinCC flexible Runtime 2048 : Prend en charge 2048 variables de processus.

III.2.2.1.3. Options disponibles

Des options sont disponibles pour les composants suivants :

- ✓ WinCC flexible Engineering System.
- ✓ WinCC flexible Runtime sur des pupitres opérateur basés sur PC.
- ✓ Pupitres opérateur non basés sur PC.

III.2.3. Concepts d'automatisation

III.2.3.1. Concepts d'automatisation avec WinCC flexible

WinCC flexible assure la configuration de divers concepts d'automatisation. Avec WinCC flexible, nous pouvons en particulier réaliser les concepts suivants de manière standard.

❖ Système d'automatisation avec un pupitre opérateur

On appelle système monoposte, un pupitre opérateur directement relié à un automate via le bus système (figure ci-dessous). Généralement intégrés à la production, les systèmes monopostes peuvent cependant également assurer le contrôle-commande de processus indépendants ou de parties d'installations. [17]

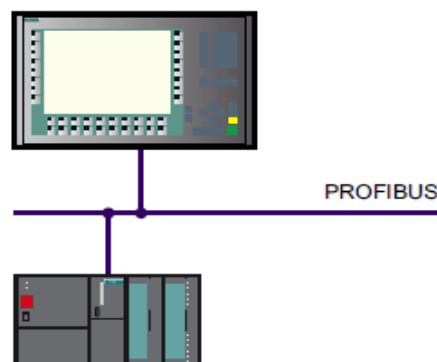


Figure III.11 : Système monoposte.

❖ Système d'automatisation avec plusieurs pupitres opérateur

Plusieurs pupitres opérateur sont reliés à un ou plusieurs systèmes d'automatisation via un bus système (p. ex. PROFIBUS ou Ethernet).

De tels systèmes sont p. ex. mis en œuvre dans une chaîne de production pour permettre la commande de l'installation depuis plusieurs endroits.

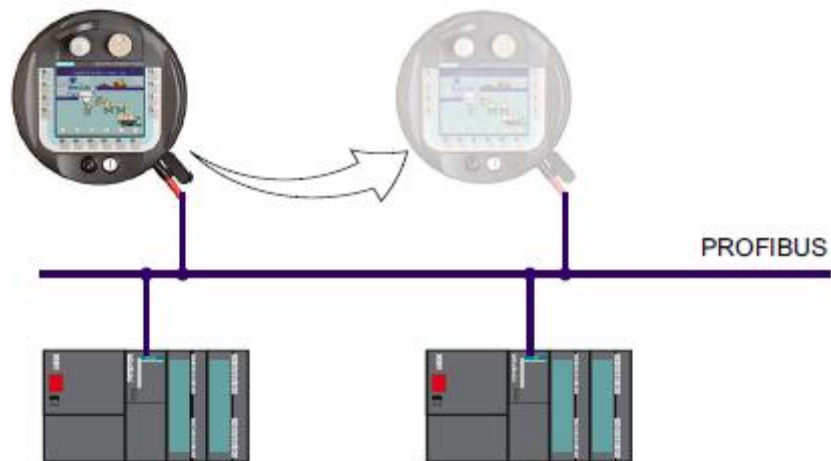


Figure III.12 : Système plusieurs pupitres opérateur

❖ **Système IHM avec fonctions centrales**

Un système IHM est relié à un PC via Ethernet. Le PC maître réalise les fonctions centrales, p. ex. la gestion des recettes. Les enregistrements de recette requis sont mis à disposition du système IHM esclave. [17]

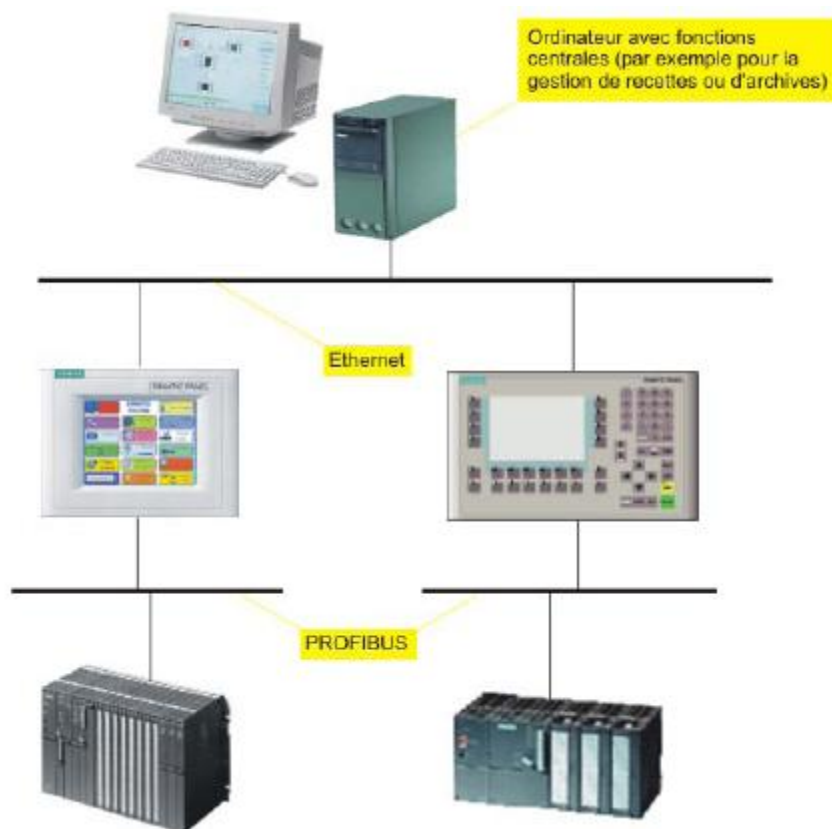


Figure III.13 : Un système IHM.

III.2.3.2. IHM distribuée

L'IHM distribuée permet le contrôle d'une machine à partir de plusieurs stations de contrôle synchronisées. Toutes les stations de contrôle affichent la même vue de process. L'autorisation de contrôle est transmise de manière intelligente.

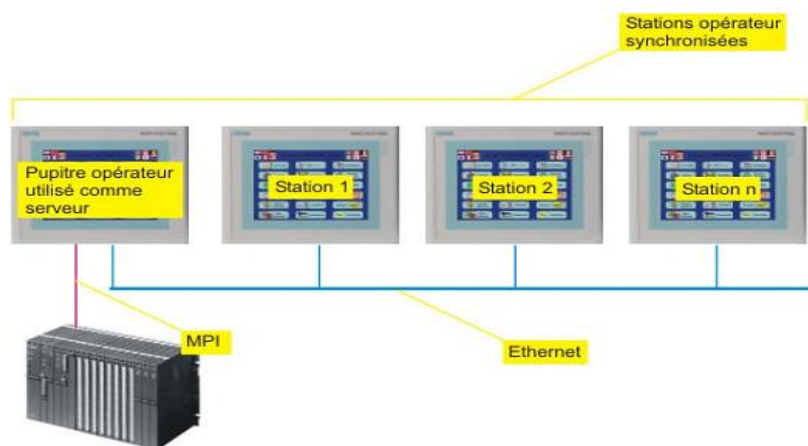


Figure III.14 : L'IHM distribuée.

Un seul pupitre opérateur contient les données de configuration et fonctionne comme serveur. Le serveur peut être commandé à partir d'autres pupitres opérateur. Tous les pupitres opérateur affichent les mêmes vues.

III.2.3.3. Accès à distance aux pupitres opérateur

Grâce à l'option Sm@rtService, nous pouvons nous connecter à un pupitre opérateur via un réseau (Internet, LAN) depuis votre poste de travail.

Exemple : Une entreprise de taille moyenne a passé un contrat de maintenance avec une société de service externe. En cas de maintenance, le technicien peut se connecter à distance au pupitre opérateur et ainsi en afficher l'interface utilisateur directement sur son poste de travail. Les projets actualisés peuvent ainsi être transférés plus rapidement, ce qui, là encore, réduit les temps d'immobilisation d'une machine.

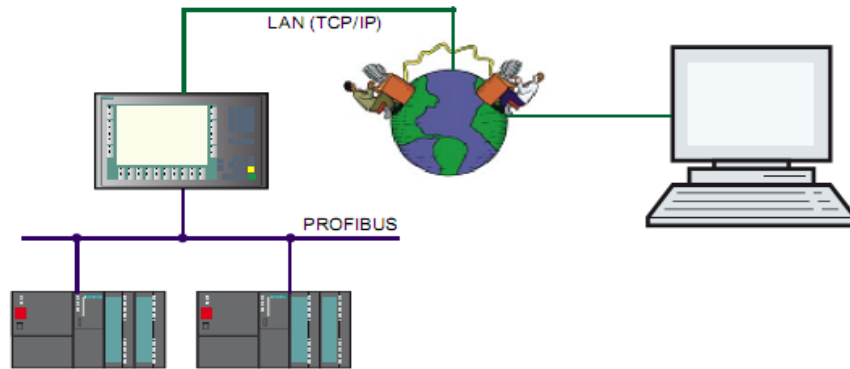


Figure III.15 : Accès à distance aux pupitres opérateur

Nous pouvons utiliser l'accès à distance via un réseau pour les applications suivantes :

✓ **Contrôle-commande à distance**

Nous pouvons commander un pupitre opérateur et contrôler le process en cours depuis votre poste de travail.

✓ **Gestion à distance**

Nous pouvons transférer un projet sur un pupitre opérateur depuis votre poste de travail. Ceci vous permet d'actualiser des projets de manière centrale.

✓ **Diagnostic à distance**

Chaque pupitre met à notre disposition des pages HTML, dans lesquelles un navigateur vous permet de chercher p. ex. le logiciel installé, sa version ou encore des événements système.

III.2.4. Intégration de WinCC flexible à STEP7

L'utilisation de WinCC flexible dans STEP 7 est soumise aux restrictions suivantes :

- ✓ La gestion des versions n'est pas disponible.
- ✓ Le rapatriement n'est pas possible.
- ✓ Dans le journal des modifications, les modifications apportées par STEP 7 ne est pas repérées explicitement.

III.2.4.1. Avantages de l'intégration dans STEP 7

Lors de la configuration intégrée, nous avons accès aux données de configuration que nous avons créées lors de la configuration de l'automate avec STEP 7. Et les avantages sont les suivants :

- ✓ Nous pouvons utiliser le gestionnaire SIMATIC Manager comme poste central de création, d'édition et de gestion des automates SIMATIC et des projets WinCC flexible.
- ✓ Les paramètres de communication de l'automate sont entrés par défaut lors de la création du projet WinCC flexible. Toute modification sous STEP 7 se traduit par une mise à jour des paramètres de communication sous WinCC flexible (figure ci dessous).

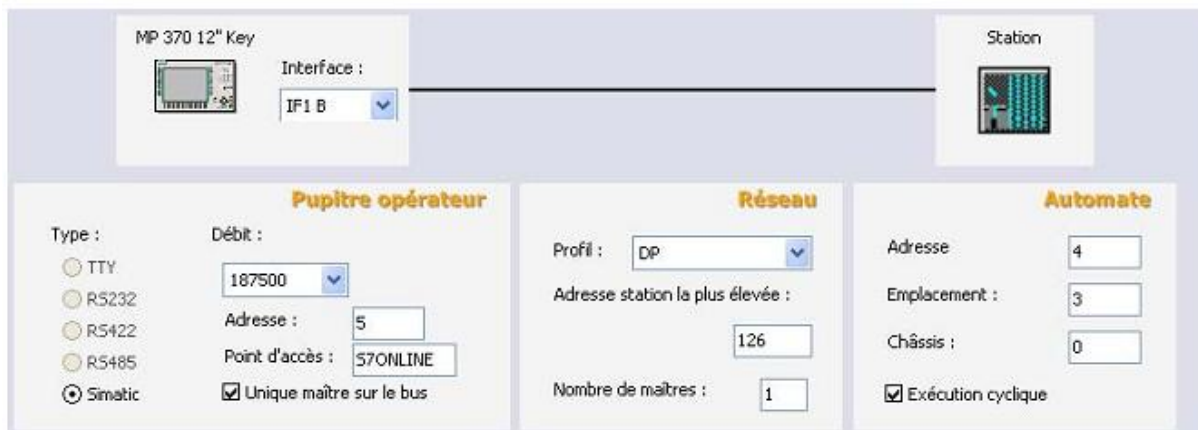


Figure III.16 : Paramètres de connexion.

- ✓ Lors de la configuration de variables et de pointeurs de zone, nous pouvons accéder sous WinCC flexible directement aux mnémoniques de STEP 7. Sélectionnez simplement sous WinCC flexible le mnémonique STEP 7 auquel nous voulons affecter une variable. Les modifications de mnémonique sous STEP 7 sont mises à jour sous WinCC flexible.
- ✓ Il nous suffit de définir les mnémoniques une seule fois sous STEP 7 pour pouvoir les utiliser sous STEP 7 et sous WinCC flexible.
- ✓ Les alarmes ALARM_S et ALARM_D configurées sous STEP 7 sont prises en charge sous WinCC flexible et peuvent être affichées sur le pupitre opérateur.
- ✓ Nous pouvons créer un projet WinCC flexible sans intégration dans STEP 7 et intégrer ce projet ultérieurement dans STEP 7.
- ✓ Inversement, un projet intégré peut être désolidarisé de STEP 7 et être utilisé de façon autonome.
- ✓ Dans un multiprojet STEP 7, nous pouvons configurer des liaisons de communication sur plusieurs projets.

III.2.4.2. Configuration de liaisons

Des liaisons de communication sont nécessaires pour que WinCC flexible puisse échanger des données avec le niveau automatisation. Dans les projets intégrés, les liaisons sont créées avec :

- ✓ WinCC flexible
- ✓ NetPro

Les liaisons peuvent être configurées indifféremment avec WinCC flexible ou avec NetPro.

III.2.4.2.1. Utilisation de WinCC flexible

Nous pouvons créer des liaisons ou les éditer. Dans les projets intégrés, l'éditeur de configuration de liaisons propose les colonnes additionnelles "Station", "Partenaire" et "Nœud".

Nom	Actif	Pilote de communication	Station	Partenaire	Nœud	En ligne	Commentaire
Liaison_1	Activé	SIMATIC 57 300/400	\\UT_B522-57-042F\SIMATIC 400(1)	CPU 414-2 DP	CP 443-1	Activé	
Liaison_2	Activé	SIMATIC 57 300/400	\\UT_B522-57-042F\SIMATIC 300(1)	CPU 315-2 DP	CPU 315-2 DP	Activé	

Figure III.17 : Configuration des liaisons

III.2.4.2.2. Utilisation de NetPro

Dans le cas de projets volumineux, il est préférable d'utiliser NetPro. NetPro permet de configurer les liaisons au moyen d'une interface graphique. Au démarrage de NetPro, les appareils et sous-réseaux contenus dans le projet STEP 7 sont affichés.

Pour y ajouter de nouveaux appareils ou sous-réseaux, il suffit de les sélectionner dans le catalogue mis à disposition par NetPro. Dans les projets intégrés, ce catalogue est complété par l'objet Station SIMATIC HMI. [17]

III.2.4. 3. Edition d'objets WinCC flexible

Après intégration d'un projet WinCC flexible dans STEP 7, ce projet est affiché dans la fenêtre de projet du SIMATIC Manager. Le projet WinCC flexible est affiché dans le SIMATIC Manager de la même manière que dans la fenêtre de projet de WinCC flexible. Si nous sélectionnons un élément WinCC flexible dans la fenêtre de projet, la zone de travail affiche les objets disponibles dans le projet WinCC flexible.

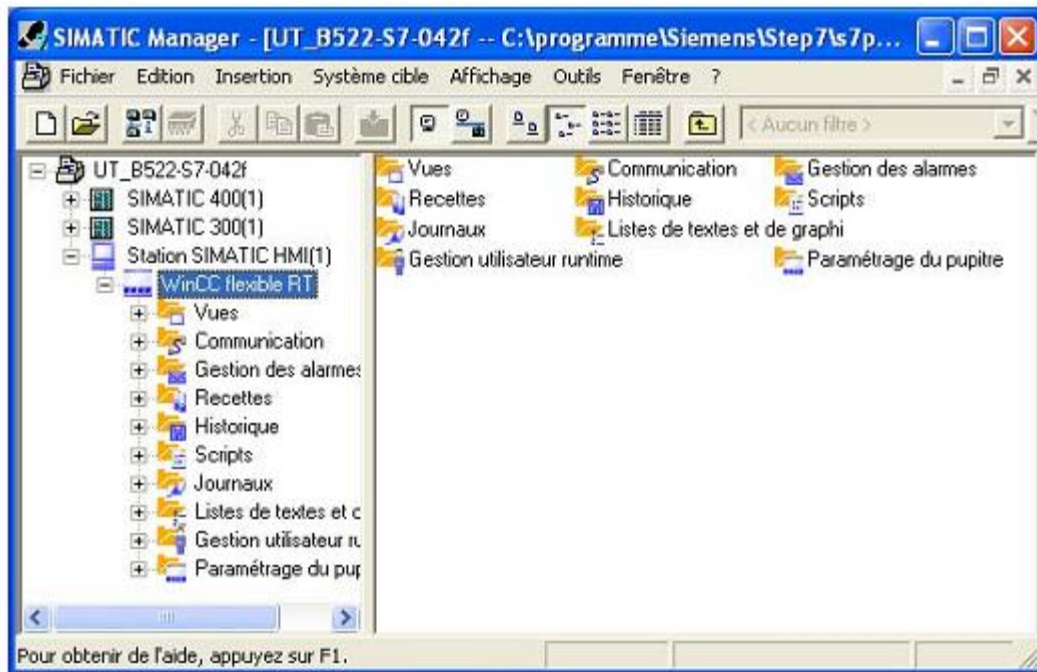


Figure III.18 :Edition d'objets WinCC Flexible.

III.2.5. Intégration de WinCC flexible dans une station PC

La station PC SIMATIC représente un PC ou une station OS qui contient des composants d'automatisation, p. ex. WinCC flexible Runtime et un Slot-PLC ou Soft-PLC. WinCC flexible Runtime est un logiciel IHM intégrable dans et configurable sur une station PC. Nous disposons, pour la configuration de la station PC sous STEP 7 de l'éditeur HW Config.

III.2.5.1. Configuration d'une station PC

Une station PC préconfigurée existe déjà dans WinCC flexible. Pour configurer une station PC, insérons une station SIMATIC HMI dans le projet STEP 7 puis sélectionnons comme pupitre opérateur le type "PC > WinCC flexible RT". Le système crée une station SIMATIC HMI avec un pupitre opérateur de type "PC". L'extension de la station PC p. ex. par un Slot-PLC ou Soft-PLC s'effectue sous HW Config. Dans les projets intégrés, le catalogue de HWConfig est doté d'une extension qui nous permet d'insérer tous les composants requis par glisser-déplacer dans la configuration du PC.

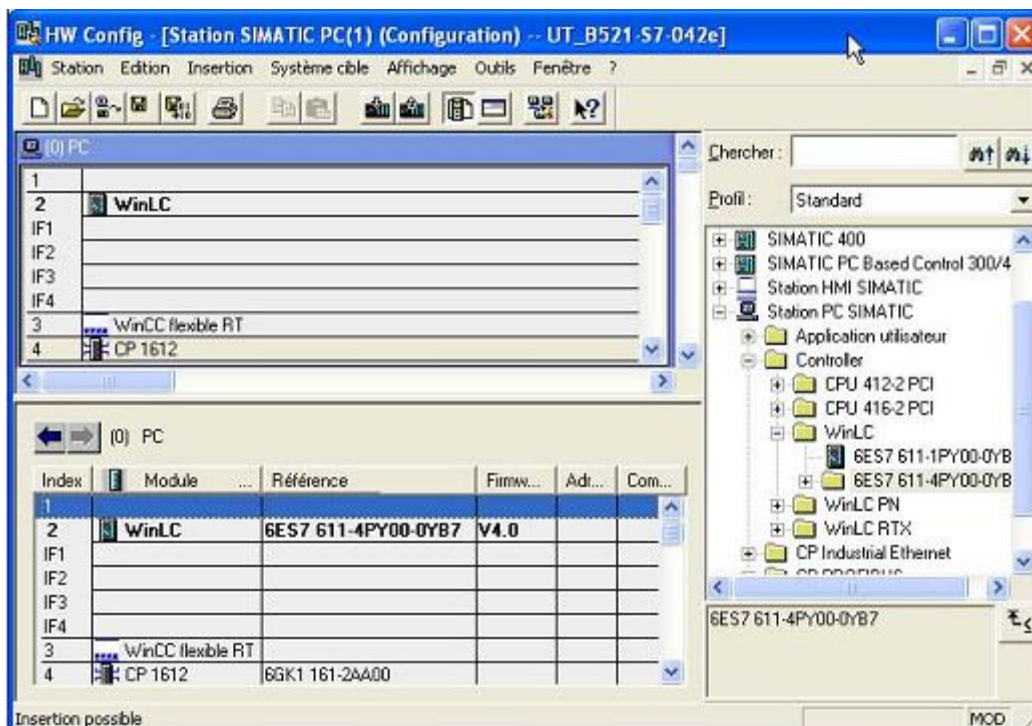


Figure III.19 : Configuration d'une station PC.

III.2.5.2. Communication interne et externe

Au sein d'une station PC, la communication interne entre WinCC flexible RT et l'automate intégré s'effectue via le bus logiciel. La configuration de la liaison interne via le bus logiciel s'effectue sous WinCC flexible. La connexion au bus logiciel est automatique. Il suffit de sélectionner l'automate dans la colonne "Station" de la liaison. La communication avec les automates externes s'effectue soit par l'interface intégrée de l'automate soit par un module de communication distinct que vous insérez sous HW Config.

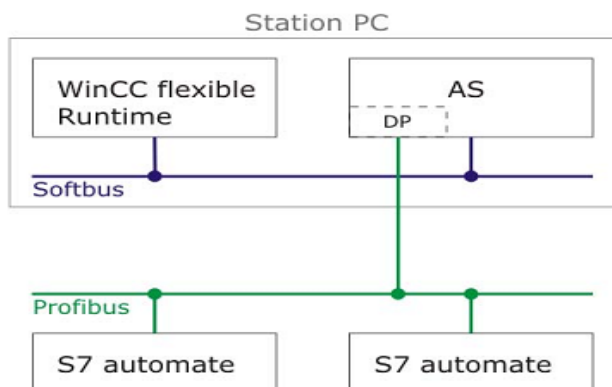


Figure III.20 : La communication interne et externe.

III.2.6. Compilation et Simulation

Après avoir créé le projet et terminé la configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, de contrôler la cohérence et de chercher les erreurs, à l'aide de la commande sur la barre du menu «contrôle de la cohérence». Après le contrôle de cohérence, le système crée un fichier de projet compile.

La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela à l'aide du simulateur Runtime par la commande « Démarrer le système Runtime du simulateur ».

III.3. WinPLC7

III.3.1. introduction

WinPLC7 est un système de la programmation complet pour le S7-PLCs du type S7-300®, S7-400® et PLCs compatible.

WinPLC7 inclut un logiciel PLC qui simplifie la simulation de programmes S7. Nous pouvons diriger des entrées numériques et analogiques et des productions au moyen d'un S7-300® graphique Les Masquent. En même temps nous pouvons diriger aussi un bloc dans l'éditeur.

Le configurateur du matériel fournit le support spécial pour S7-PLCs a fourni par VIPA GmbH. Il offre une interface de l'utilisateur simple pour la configuration de VIPA-CPU et les modules.

La plupart des modules du matériel qui sont disponible de VIPA GmbH actuellement ont déjà été rendu effectif dans le configurateur du matériel. [18]

III.3.2. La vue d'ensemble des interfaces de l'utilisateur

Quand WinPLC7 commence, il affiche une fenêtre du début rapide avec les options suivantes:

- ✓ Ouvrez le projet dernièrement
- ✓ Allez à ' dialogue Project' Ouvert
- ✓ Créez le nouveau projet

Comme montre la figure ci-dessous :

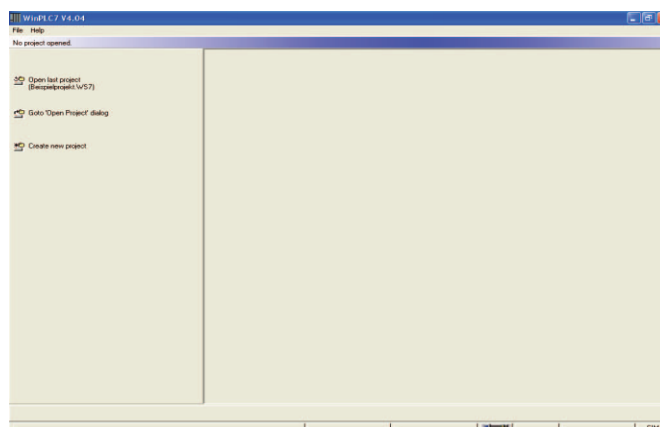


Figure III.21 : La fenêtre de dialogue du WinPLC7

L'interface de l'utilisateur d'un projet ouvert est affichée comme suit (bloc OB1 est ouvert dans la figure dessous):

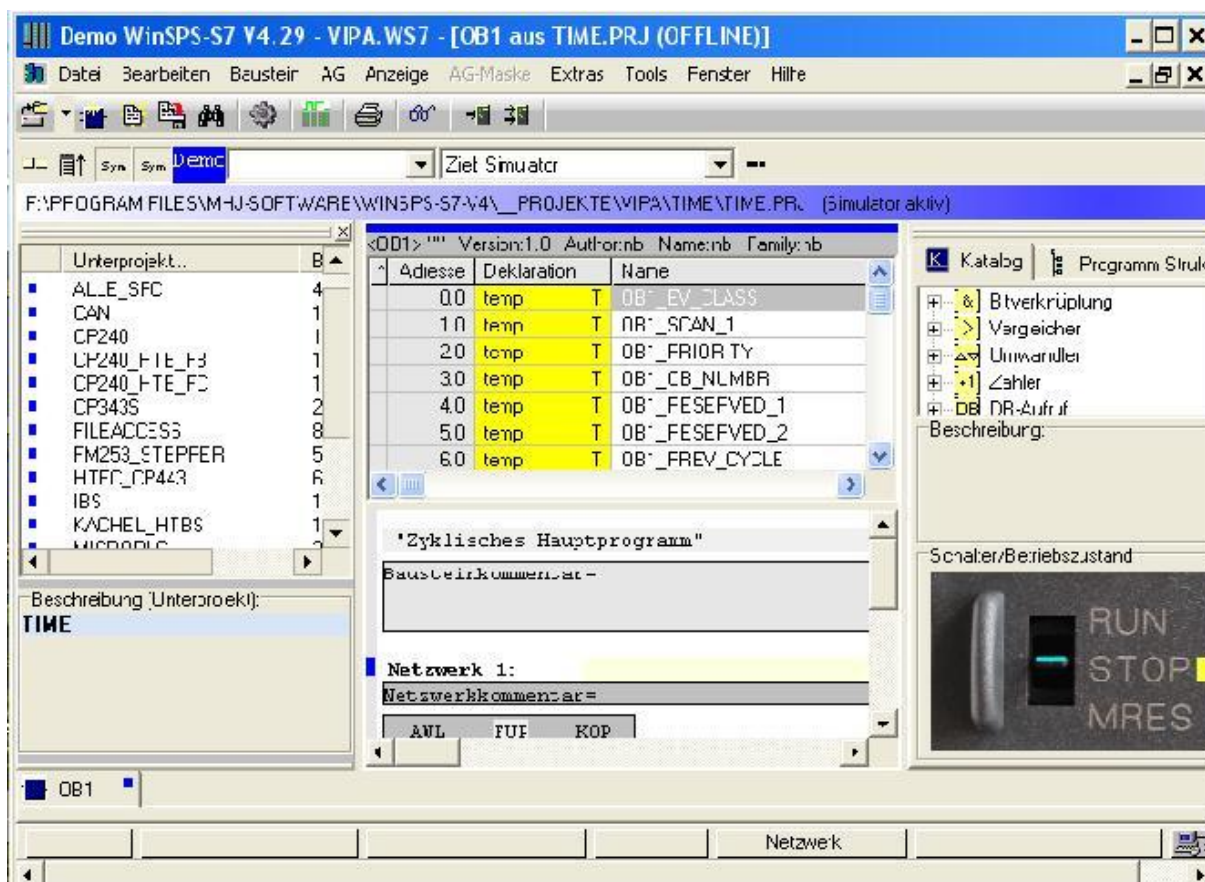


Figure III.22 : WinPLC7 avec OB1 ouvert

III.4. Conclusion

La description précédente de l'outil de programmation STEP7, Win CC flexible et WinPLC7, prépare le terrain en vue de l'application « Gestion et supervision du parc de stockage TMB à base d'automates programmables SIEMENS », et pendant laquelle une mise en œuvre complétée sera décrite pour élaborer un programme pour l'acquisition des données, leurs traitement et une interface Homme/machine.

Chapitre IV :

Les Automates programmable SIEMENS

IV.1. Les automates programmables industriels SIEMENS :

IV.1.1. Historique:

Au début des années 50, les ingénieurs étaient déjà confrontés à des problèmes d'automatismes, les composants de base de l'époque étaient les relais électromagnétiques à un ou plusieurs contacts. Les circuits conçus comportaient des centaines voire des milliers de relais. Le transistor n'était connu que comme un composant d'avenir et les circuits intégrés étaient inconnus.

Vers 1960, les semi-conducteurs (transistors, diodes) sont apparus dans les automatismes sous forme de circuits digitaux. Ce n'est que quelques années plus tard, que l'apparition des circuits intégrés a amorcé une révolution dans la façon de concevoir les automatismes. Ceux-ci étaient très peu encombrants et leur consommation était des plus réduite. On pouvait alors concevoir des fonctions de plus en plus complexes à des coûts toujours décroissants.

C'est en 1969 que les constructeurs américains d'automobiles (General Motors en particulier) ont demandé aux firmes fournissant le matériel d'automatisme des systèmes plus évolués et plus souples pouvant être modifiés simplement sans coûts exorbitants.

Les ingénieurs américains ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit nommé automates programmables. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a très vite changée, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes.

De nombreux modèles d'automates sont aujourd'hui disponibles ; depuis les nano automates bien adaptés aux machines et aux installations simples avec un petit nombre d'entrées/sorties, jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties et destinés au pilotage de processus complexes. [5]

IV.1.2. Définition générale :

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires. Il exécute une suite d'instructions introduites dans ses mémoires sous forme de programmes, et s'apparente par conséquent aux machines de traitement de l'information.

Trois caractéristiques fondamentales le distinguent des outils informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et le tertiaire:

Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.

Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (Température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc...).

Enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme facilite son exploitation et sa mise en œuvre.

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

« Système électronique fonctionnant de manière numérique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, qui utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées utilisateur aux fins de mise en œuvre des fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties Tout ou Rien ou analogiques divers types de machines ou de processus. L'automate programmable et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et être facilement utilisés dans toutes leurs fonctions prévues. » [13]

IV.1.3. Architecture des automates programmables industriels :

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante : [4]

- ✓ 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, a 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 désinformations provenant de la partie opérative (procédé à conduire).
- ✓ Un ou plusieurs modules de sorties 'Tout ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre a 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 a un bus de terrain ;
 - Interface d'accès a un réseau Ethernet.

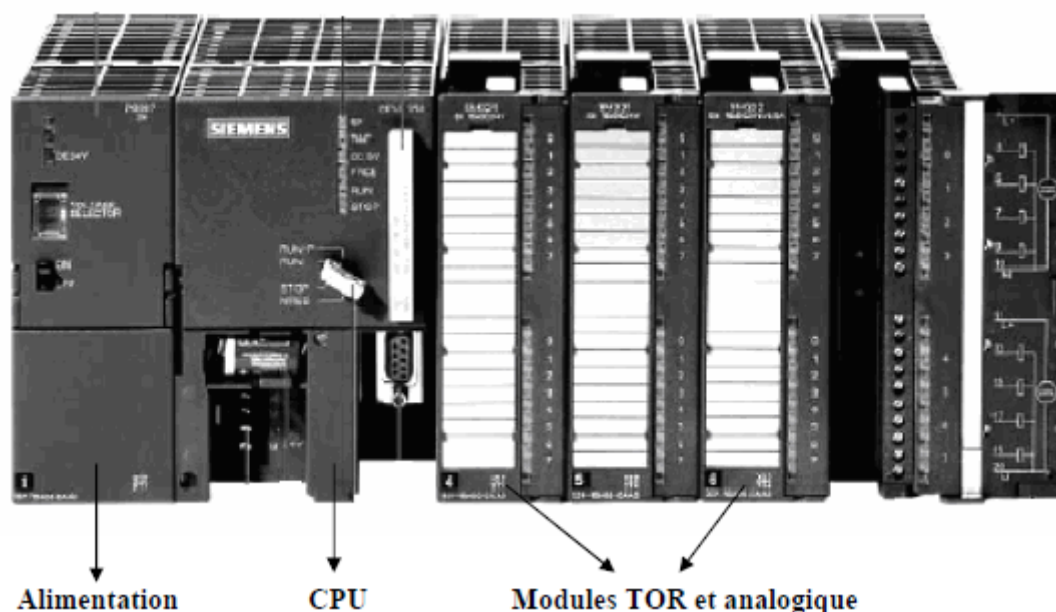


Figure IV.1 : L'automate programmable SIEMENS

IV.1.4. Structure interne des automates programmables :

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

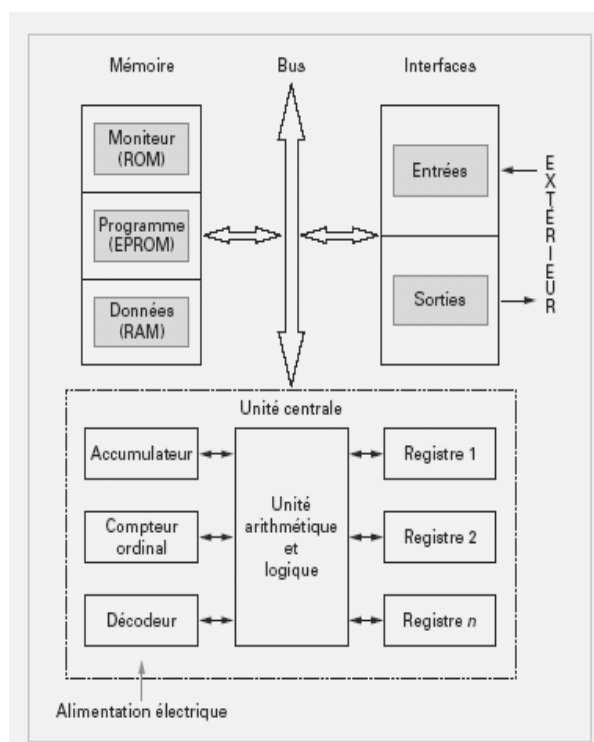


Figure IV.2 : Structure interne d'un API

Détaillons successivement chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma.

IV.1.4.1. 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, lies les uns aux autres.

IV.1.4.2. 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 codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

IV.1.4.3. Les mémoires :

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

- ✓ De stocker le système d'exploitation dans des ROM ou PROM,
- ✓ Le programme dans des EEPROM,
- ✓ 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.

IV.1.4.4. L'alimentation :

Elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V-50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V ...etc.).

IV.1.4.5. 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.

IV.1.5. 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 : [11]

- ✓ 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 mis en œuvre.

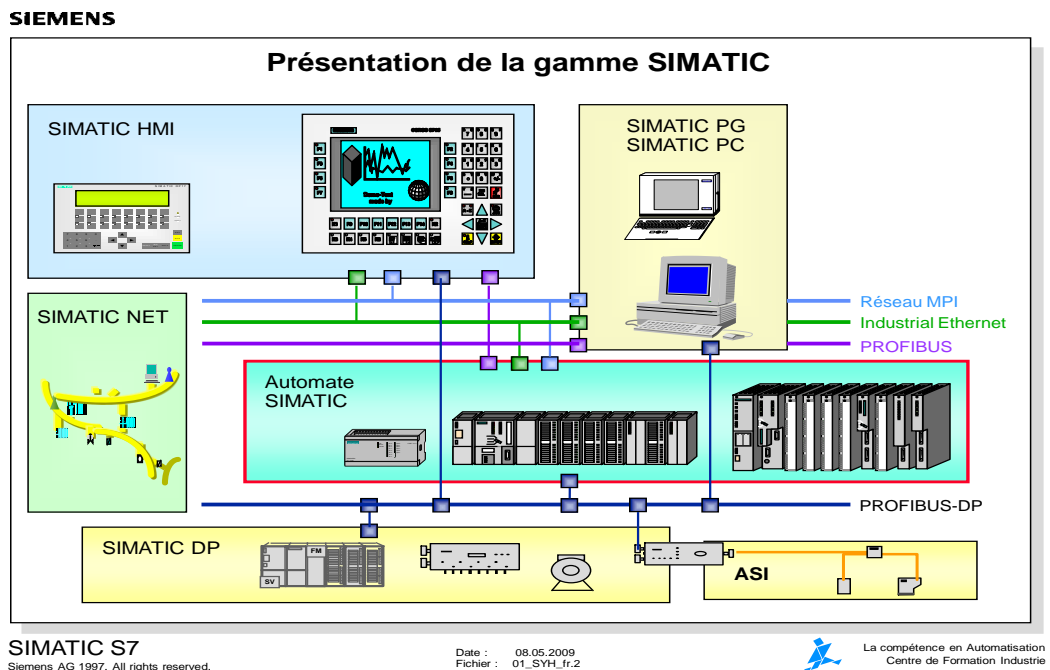


Figure IV.3 : Présentation de la gamme de SIMATIC

IV.1.5.1. Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC

IV.1.5.1.1 SIMATIC S7

Cette gamme d'automates comporte trois familles :

- ✓ **S7-200** : 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.

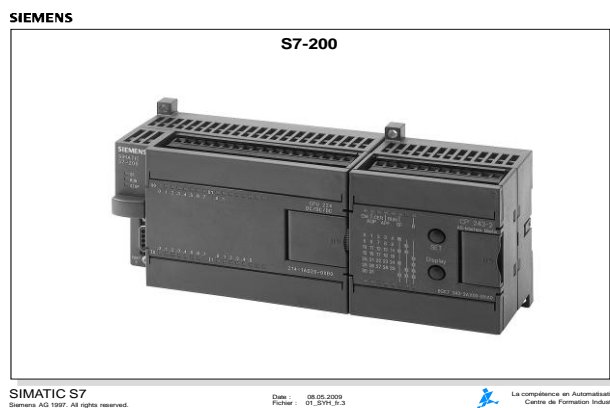


Figure IV.4 : S7-200

- ✓ **S7-300** : 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 Industrial Ethernet



Figure IV.5 : S7-300

- ✓ **S7-400** : est un automate de haute performance pour les applications de milieu et haut de gamme, avec possibilité d'extension a plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industrial Ethernet.

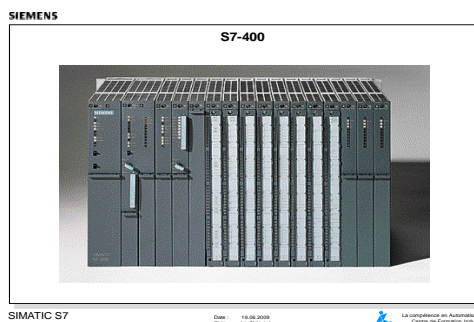


Figure IV.6 :S7-400

IV.1.5.1.2. SIMATIC C7

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

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



Figure IV.7 : La gamme SIMATIC C7

IV.1.5.1.3. 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 utilise 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 taches 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 IV.8 : La gamme SIMATIC M7

IV.1.6. L'automate S7-400 et ses différents modules

IV.1.6.1. Vue d'ensemble du S7-400

Le S7-400 est un automate programmable. Pratiquement chaque tâche d'automatisation peut être résolue par un choix approprié des constituants d'un S7-400.

Les modules S7-400 se présentent sous forme de boîtiers que l'on adapte sur un châssis. Des châssis d'extension sont à disposition pour faire évoluer le système.

Dans ce chapitre, nous vous présentons les constituants essentiels à partir desquels vous pouvez composer un S7-400.

IV.1.6.2. Caractéristiques du S7-400

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

- ✓ des CPU de puissances échelonnées,
- ✓ des CPU à compatibilité ascendante,
- ✓ des modules sous boîtiers d'une grande robustesse,
- ✓ une technique de raccordement des modules de signaux des plus confortables,
- ✓ des modules compacts pour un montage serré,
- ✓ des possibilités de communication et de mise en réseau optimales,
- ✓ une intégration confortable des systèmes de contrôle-commande,
- ✓ le paramétrage logiciel de tous les modules,
- ✓ une grande liberté dans le choix des emplacements,
- ✓ un fonctionnement sans ventilation,
- ✓ le multitraitement en châssis non segmenté.

IV.1.6.3. Possibilités d'extension et mise en réseau

Il est possible de procéder à l'extension des structures décrites dans ce chapitre en raccordant une périphérie décentralisée ou en installant un réseau.

IV.1.6.3.1. Mise en réseau

Nous pouvons raccorder un S7-400 à différents sous-réseaux :

- ✓ À un sous-réseau Industriel Ethernet, via un Simatic Net CP Ethernet
- ✓ à un sous-réseau Profibus-DP, via un Simatic Net CP Profibus
- ✓ à un sous-réseau MPI via l'interface MPI intégrée
- ✓ à un sous-réseau PROFIBUS-DP via l'interface Profibus-DP intégrée

IV.1.6.3.2. Périphérie décentralisée

Lorsqu'un S7-400 est configuré avec une périphérie décentralisée, les E/S sont déportées sur le site et reliées directement à une CPU par l'intermédiaire du bus PROFIBUS-DP. Une CPU S7-400 pouvant assurer le rôle de maître est mise en œuvre. Comme esclaves, autrement dit comme E/S sur le site, nous pouvons utiliser les appareils suivants : [19]

- ✓ ET 200 M,
- ✓ ET 200 S,
- ✓ ET 200 X,
- ✓ ET 200 eco,
- ✓ tous les esclaves norme DP.

IV.1.6.3.2.1. Station de périphérie décentralisée ET 200M

La station de périphérie décentralisée ET 200M est une station de périphérie modulaire, dotée de la protection IP 20. [19]

L'ET 200M a la même architecture technique que le système d'automatisation S7-300 et elle est constituée d'un IM 153-x et de modules de périphérie du S7-300.

L'ET 200M peut communiquer avec :

- tous les maîtres DP se comportant selon la norme CEI 61784-1:2002 Ed1 CP 3/1
- tous les IO Controller se comportant selon la norme CEI 61158.

La configuration de l'ET 200M est la suivante :

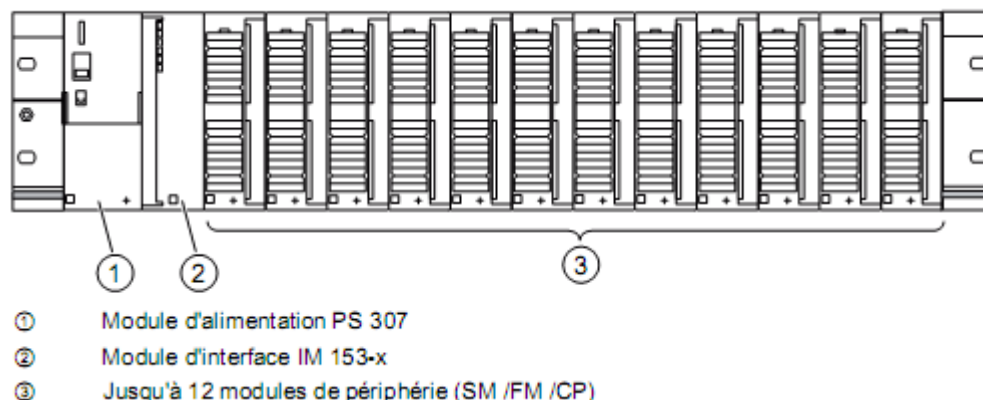


Figure IV.9 : Configuration de la station de périphérie décentralisée ET 200M

IV.1.6.3.2.2. Raccordement de la station ET 200M avec Profibus DP

La figure suivante présente la structure typique d'un réseau PROFIBUS DP. Les maîtres DP sont intégrés dans la station concernée ; le S7400 dispose par exemple d'une interface PROFIBUS DP, le coupleur maître IM 308-C est enfiché dans un S5-115U. Les esclaves DP sont les stations de périphérie décentralisée qui sont reliées aux maîtres DP via le PROFIBUS DP. [19]

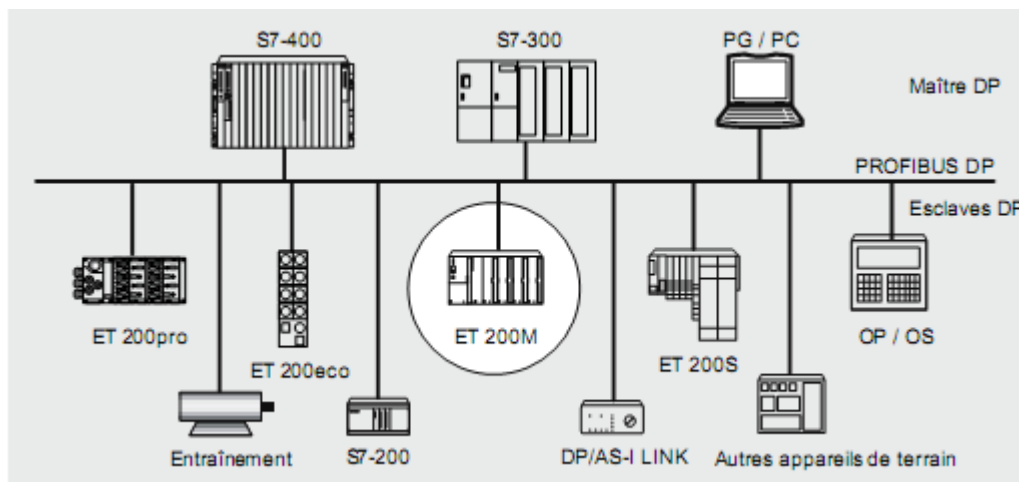


Figure IV.10 : Structure typique d'un réseau PROFIBUS DP.

IV.2. Les réseaux de communication.

IV.2.1. 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, et pouvoir 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. [7]

IV.2.2. Définitions élémentaires

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

BUS : au sens informatique industriel, conducteur ou ensemble de conducteurs communs a plusieurs circuits permettant l'échange de données entre eux avec :

- ✓ Liaisons communes ;

- ✓ Plusieurs circuits ;
- ✓ Référence à la topologie de la configuration.

RESEAU : ensemble de lignes de communication qui desservent une même unité géographique.

BUS / RESEAU DE TERRAIN : Terme générique d'un nouveau réseau de communication numérique, bidirectionnel, multi branche (« multi drop»), série reliant différents types d'équipements d'automatisme :

- ✓ E/S déportées ;
- ✓ Capteur / Actionneur ;
- ✓ Automate programmable ;
- ✓ Calculateur.

IV.2.2.1. Définition et normalisations PROFIBUS

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

- ✓ Les procédés manufacturiers (conduite des procédés séquentiels, procédés discontinus par lots «batch»)
- ✓ les procédés continus (conduite, régulation)
- ✓ la gestion des bâtiments (gestion technique centralisée, gestion technique du bâtiment).

PROFIBUS est issu de travaux inities en 1987 par le ministère fédéral allemand pour la Recherche technologique, comprenant un groupement de sociétés industrielles et d'instituts de recherche allemands, orchestre par **Siemens AG [10]**.

La norme allemande DIN 19245 a été crée en 1991, normalisée EN 50170 par le *Cenelec* en 1996, comme norme européenne.

Depuis 1999, le réseau PROFIBUS est reconnu dans la norme internationale CEI 61158, avec les autres réseaux ControlNet, P-Net, Fieldbus Foundation High-Speed-Ethernet, SwiftNet, WorldFip, Interbus-S.

PROFIBUS, étant un réseau adhérant a 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 fonde sur des règles d'interconnexion et des interfaces de transfert désignant «un protocole de communication». Ce protocole, construit en sept couches, définit

les éléments, structures et tâches nécessaires à toute communication. Chaque couche remplit une fonction bien précise dans l'architecture OSI [10]. 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 (figure ci-dessous).

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 IV.11 : Les sept couches du modèle OSI.

IV.2.3. Variantes du réseau

PROFIBUS se décline en trois variantes de protocoles, répondant chacune à des finalités métiers et applicatives spécifiques :

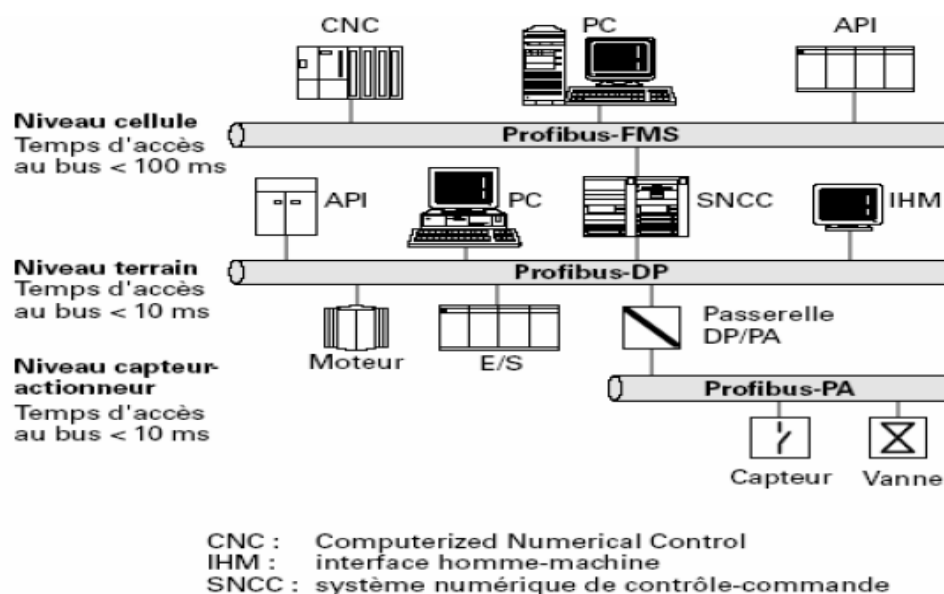


Figure IV.12 : Classification des réseaux PROFIBUS

PROFIBUS-DP (Decentralized Peripheral) : destine aux applications de type maitre esclave en mono-maitre pour la gestion des équipements d'entrées-sorties déportées avec des temps d'accès extrêmement courts. Le fonctionnement multi-maitre est possible ;

PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification) : destine aux applications nécessitant l'échange entre maitres pour la synchronisation d'activités de contrôle-commande, base sur la messagerie MMS (Manufacturing Message Specification) ;

PROFIBUS-PA (Process Automation) : destine aux applications de contrôle de processus nécessitant la communication avec des équipements de terrain (capteurs, actionneurs) permettant une telle alimentation des équipements et un fonctionnement avec sécurité intrinsèque en ambiance explosive.

IV.2.4. Principe d'accès au BUS

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

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 medium, déterminé par le passage d'un jeton. [21]

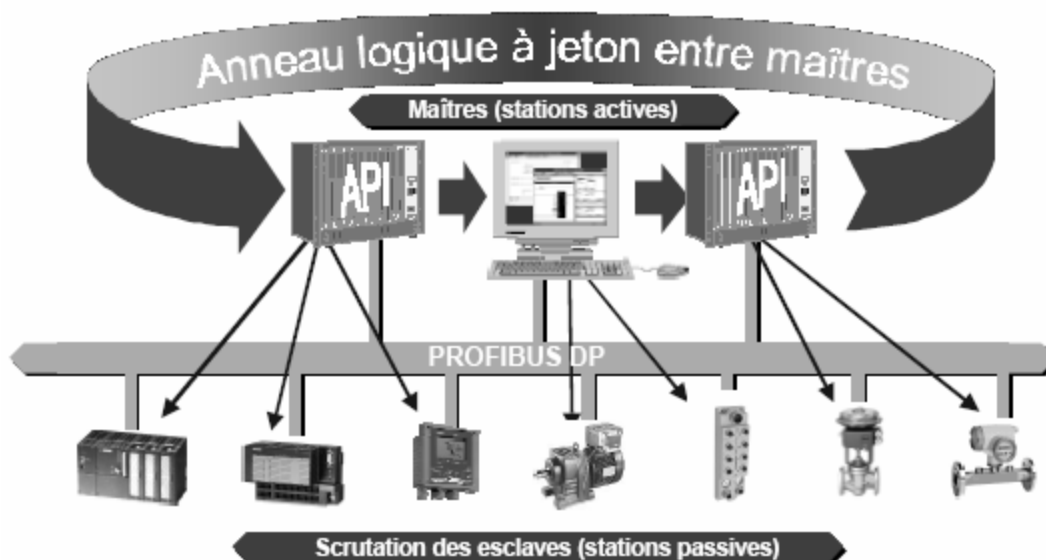


Figure IV.13 : Principe d'accès au BUS.

Les équipements esclaves, appelés stations passives, sont des équipements périphériques (blocs d'entrées-sorties, vannes, entrainements et transmetteurs de mesure, etc.)

qui n'ont pas le droit d'accès au bus. Leur action se limite à l'acquittement des messages reçus des maitres ou a la transmission de messages en réponse a une demande des maitres.

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

- ✓ d'une part une communication entre les stations maitres par un mécanisme de passage de jeton sur bus, déterministe et adaptatif. La circulation du jeton est effectuée selon un anneau logique, indépendamment de la topologie bus du réseau ;
- ✓ d'autre part une communication simple de type maitre-esclave entre une station maitre et les équipements esclaves auxquels elle veut s'adresser.

Chaque station maitre (station active) disposant du droit d'accès au bus figure par le passage du jeton, qui est constitue d'une trame spéciale, est libre d'accéder a tout esclave (station passive) connecte au réseau.

IV.2.5. Les techniques de transmissions

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 d'interface normalisée.

PROFIBUS spécifie plusieurs versions de couches «physique», selon la technique de transmission, qui sont toutes conformes aux normes internationales *CEI 61158* et la *CEI61784*. [13]

IV.2.5.1. Transmission RS 485

RS 485 est une technique de transmission simple et économique convenant surtout aux taches exigent 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 étapes du réseau sans répercussion sur les autres stations.

Les extensions futures (dans des limites définies) ne pénalisent pas les stations en exploitation. A cela s'ajoute la possibilité d'exploiter cette liaison en zone a sécurité intrinsèque.

IV.2.5.2. Transmission optique

Certaines applications de bus s'accrochent mal de 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 .

IV.2.6. Le réseau EtherNet industriel

EtherNet/IP, contraction de « Ethernet™ Industrial Protocol » est une norme industrielle ouverte de connexion réseau qui tire parti des puces de communication et des supports physiques Ethernet courants et standard. La technologie Ethernet étant utilisée depuis le milieu des années 1970 et reconnue dans le monde entier, elle offre un vaste réseau international de revendeurs. En utilisant Ethernet, vous êtes non seulement en phase avec la tendance technologique actuelle, mais vous avez également accès à des données au niveau des dispositifs via Internet. [20]

La forte demande d'applications de contrôle compatibles Ethernet a entraîné la conception et la mise en place d'EtherNet/IP. Cette norme de connexion réseau prend en charge la messagerie implicite (messagerie d'E/S en temps réel) et la messagerie explicite (échange de messages). EtherNet/IP est un réseau ouvert utilisant la technologie existante, y compris :

- ✓ La norme IEEE 802.3 Physical and Data Link
- ✓ La série de protocoles Ethernet TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) et la norme industrielle Ethernet
- ✓ Le protocole CIP (Control and Information Protocol) de messagerie d'E/S en temps réel, d'échange d'informations/de messagerie d'égal à égal.

IV.2.6.1. Définition d'un réseau EtherNet industriel

Dans le cadre du système de communication SIMATIC NET, système ouvert et indépendant de tout constructeur, Industrial Ethernet est le réseau dédié aux niveaux conduite et cellule. Le support physique de Industrial Ethernet est soit un réseau électrique constitué d'un câble coaxial blindé ou d'une paire torsadée, soit un réseau optique réalisé à l'aide de fibres optiques (FO). Industrial Ethernet est défini par la norme internationale IEEE 802.3.

Industrial Ethernet est intégré au concept SIMATIC NET, qui permet avec PROFINET / PROFIBUS et AS-Interface (AS-i) de réaliser une mise en réseau sans faille des niveaux conduite, cellule et terrain. [21]

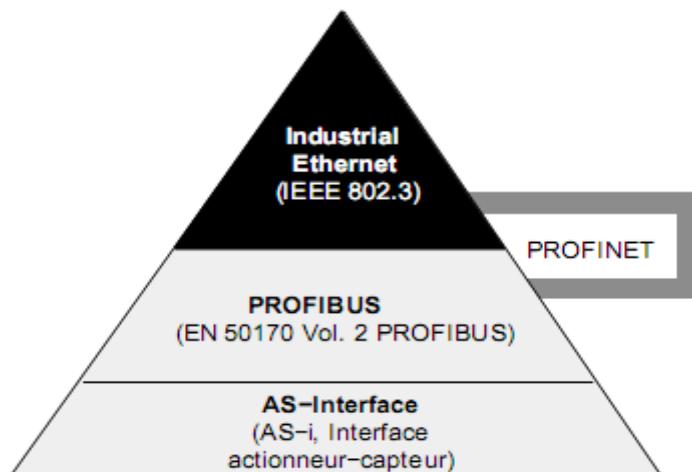


Figure IV.14 : Industrial Ethernet au sein du concept SIMATIC NET

IV.2.6.2. Modes de communication

Le CP Ethernet pour SIMATIC S7 supporte selon le type de CP les modes de communication suivants :

➤ **Communication PG/OP**

La communication PG/OP sert au chargement de programmes et de données de configuration, à l'exécution de fonctions de test et de diagnostic ainsi qu'au contrôle-commande d'un process à l'aide d'OP.

➤ **Communication S7**

La communication S7 constitue une interface simple et efficace entre stations SIMATIC S7 et entre stations et PG/PC via des blocs fonctionnels de communication (CFB).

➤ **Communication compatible S5 avec interface SEND/RECEIVE**

L'interface SEND/RECEIVE assure la communication programmée via une liaison configurée entre automates SIMATIC S7 et automates SIMATIC S7 ou SIMATIC S5 et entre ces automates et des PC/PG ou des stations d'autres constructeurs.

Selon le type de CP, les services de communication ci-après sont disponibles au niveau de l'interface SEND/RECEIVE :

- **Transport ISO** : optimisé pour la mise en œuvre performante sur un niveau de fabrication fermé.
 - **services IP** : pour la communication inter-réseau avec liaisons ISO-on-TCP (RFC 1006), liaisons TCP et service de datagrammes UDP (y compris broadcast / multicast).
- **Communication compatible S5 avec services FETCH/WRITE (serveur)**

Les services FETCH/WRITE (serveur) permettent à des automates SIMATIC S5, de stations PC SIMATIC ou d'un autre constructeur d'accéder directement aux zones de mémoire système de la CPU d'un automate SIMATIC S7.

Selon le type de CP, les services de communication ci-après sont disponibles pour les accès FETCH/WRITE :

- Transport ISO : optimisé pour la mise en œuvre performante sur un niveau de fabrication fermé
- TCP/IP pour la communication inter-réseau avec liaisons ISO-on-TCP (RFC 1006), liaisons TCP.

➤ **PROFINET IO**

PROFINET est une norme de l'Organisation des utilisateurs PROFIBUS (PNO) qui définit un modèle de communication et d'ingénierie non propriétaire.

- **PROFINET IO Controller** : Les CP S7 qui prennent en charge le mode PROFINET IO Controller, permettent d'accéder directement aux IO Devices via Industrial Ethernet.
- **PROFINET IO Device** : Les CP S7 qui prennent en charge le mode PROFINET IO Device permettent d'utiliser des stations S7 comme des PROFINET IO Devices "intelligent" sur Industrial Ethernet.

La communication PROFINET IO fait appel à des liaisons TCP pour le paramétrage et des liaisons RT (Real Time) ou IRT (Isochronous Real Time) pour le trafic de données IO cyclique.

➤ **PROFINET CBA**

Une station S7 équipée d'un CP compatible PROFINET CBA peut être liée dans SIMATIC iMap comme composant PROFINET CBA.

PROFINET CBA permet d'utiliser des connexions à transmission acycliques et cyclique.

➤ **Contrôle de process HTML**

Sur certains CP (CP Advanced p. ex.), les fonctions et pages HTML mises à disposition permettent d'interroger les données système importantes au moyen d'un navigateur web.

➤ **Gestion de fichiers et accès aux fichiers via FTP**

Sur les CP à fonction IT, vous disposez de fonctions additionnelles pour services FTP. Nous pouvons utiliser notre station S7 aussi bien comme client FTP que comme serveur FTP.

- Station S7 comme client FTP : Transmission des blocs de données en écriture et en lecture sur un serveur de fichiers.
- Station S7 comme serveur FTP : Une autre station, un PC p. ex., transmet des blocs de données en écriture ou en lecture à la station S7 ou des fichiers dans le système de fichiers du CP à fonction IT.

➤ **Messagerie électronique**

Les CP à fonctions IT proposent des services de messagerie électronique. L'automate est en mesure de transmettre des messages en fonction des événements du process.

IV.2.6.3. Communication PG/OP via Industrial Ethernet

La communication PG/OP met à disposition des fonctions qui sont déjà intégrées à tout appareil SIMATIC S7/M7/C7. On distingue les deux types de fonction suivants :

- ✓ **Communication PG** : La communication PG avec STEP 7 sur Industrial Ethernet permet :
 - de profiter de toutes les fonctions de STEP 7 via Industrial Ethernet ;
 - de programmer, diagnostiquer, commander et surveiller tous les modules de l'automate SIMATIC S7 via Industrial Ethernet.

- ✓ **Utilisation de l'OP :** La communication PG/OP via Industrial Ethernet permet de commander et de surveiller tous les modules d'une station SIMATIC S7 à l'aide d'appareils de contrôle-commande (TD/OP).

Le CP Ethernet joue le rôle de "relais de communication S7" qui fait transiter la communication PG/OP via Industrial Ethernet. [20]

IV.2.6.3. Communication S7 via Industrial Ethernet

La communication S7 via Industrial Ethernet permet de réaliser une communication programmée à l'aide de SFB/FB de communication via des liaisons S7 configurées. Le volume de données utiles par contrat est de 64 Ko max.

Le CP Ethernet joue le rôle de "relais de communication S7" en faisant transiter les fonctions S7 via Industrial Ethernet. La transmission s'effectue, selon la configuration du CP Ethernet sur la base du protocole transport ISO ou ISO-on-TCP (TCP/IP avec extension RFC 1006). La communication S7 se déroule, du point de vue de l'utilisateur, de manière identique via PROFIBUS et Industrial Ethernet.

On distingue, selon le type de matériel et la configuration de l'installation, 2 cas :

- **Fonction de client et de serveur bilatérale :** Les liaisons S7 peuvent être utilisées entre les stations ci-après avec toutes les fonctionnalités de la communication S7 :
 - entre stations S7-300 et S7-400 ;
 - entre stations S7 et stations PC/PG avec CP Ethernet.

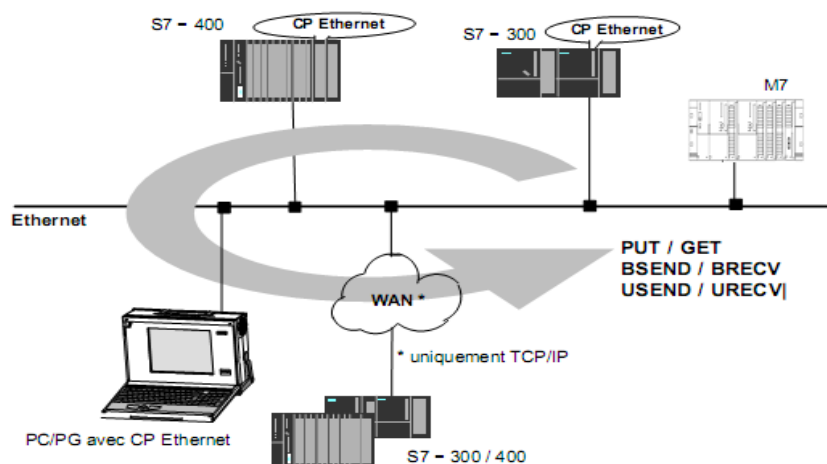


Figure IV.15 : Les stations communiquent au moyen de liaisons S7 via Industrial Ethernet

- **Fonction de client et de serveur unilatérale (liaisons S7 à configurées unilatéralement) :** Des fonctions d'écriture ou de lecture pourront être exécutées avec PUT / GET sur les liaisons S7 configurées unilatéralement dans les cas suivants :
 - Communication S7 via routeur : L'accès des stations PG/PC aux stations S7 est possible si la station PG/PC est connectée via un routeur (IE/PB Link par exemple) à un autre sous-réseau ou type de sous-réseau (PROFIBUS / Ethernet) ; les stations S7 jouent dans ce cas le rôle de serveur.

La communication S7 est possible par respectivement une passerelle.

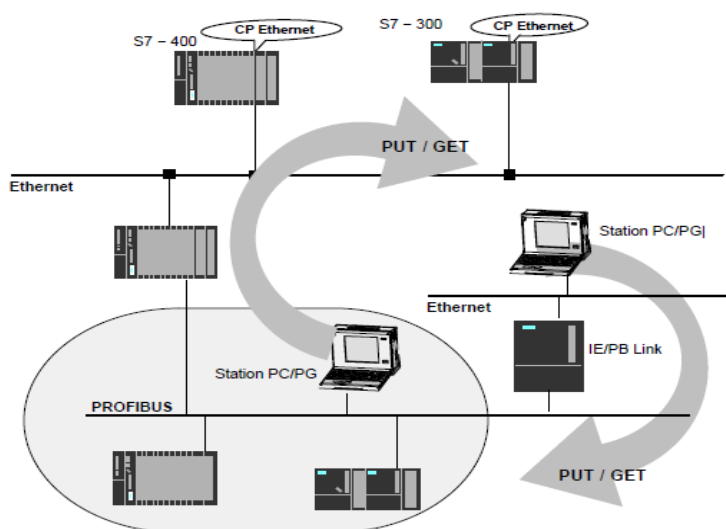


Figure IV.16 : La station PC/PG communique avec des stations S7 connectées au sous-réseau PROFIBUS ou Ethernet via une passerelle

IV.3. Conclusion

PROFIBUS et Industrial EtherNet proposent une architecture de communication ouverte et bien adaptées aux domaines d'application des réseaux locaux industriels, offre une mise en œuvre aise et un paramétrage flexible, ce qui explique, en grande partie, sa grande utilisation dans l'industrie.

Chapitre V :

Application

Introduction

Après s'être étalé dans les chapitres précédents sur les constituants du parc de stockage et la présentation de la partie API et HMI décrivant le STEP7 et le WIN CC.

Dans ce chapitre nous présenterons la structure de l'application et du programme qui sera implémenté dans l'automate afin de gérer notre installation.

Puis nous aborderons la partie interface graphique réalisé avec WINCC. Avec la qu'elle on effectue la supervision du processus en ayant plusieurs vues donnant la main aux différents équipements de l'installation.

V.1. Description du processus.

V.1.1. Introduction

Le parc de stockage du terminal pétrolier de Bejaia est un ensemble de différents systèmes combinés de façon intelligente entre eux pour la bonne exploitation du terminal. Ce qu'on traitera dans ce chapitre, la partie control commande du processus, c'est-à-dire la programmation de deux logiciels utilisés pour l'exploitation, tout en supposant l'existence des installations suivantes:

- Les seize bacs de stockage.
- Le manifold ainsi que les électrovannes.
- Les groupes électropompes.
- Les capteurs.
- L'HMI.
- Les réseaux Ethernet, et Profibus.

V.1.2. Le système control commande du parc

V.1.2.1. Eléments fondamentaux du système

Le système de contrôle contient un certain nombre de sous-systèmes, de commande, et séquençement conçus pour assurer un fonctionnement fiable et sûr du terminal marin. Donc nous allons faire la description dans ce qui suit, comment les besoins de régulation de la turbine à gaz sont satisfaits en utilisant de simples organigrammes et des schémas unifilaires des systèmes de séquençement, et de protection.

V.2. Développement du projet de gestion et supervision du parc de stockage

L'étape suivante consiste à créer et développer le programme de contrôle et de commande qui sera implémenté dans l'automate afin de gérer notre installation. La Figure ci dessous nous donne l'organigramme du développement de notre projet,

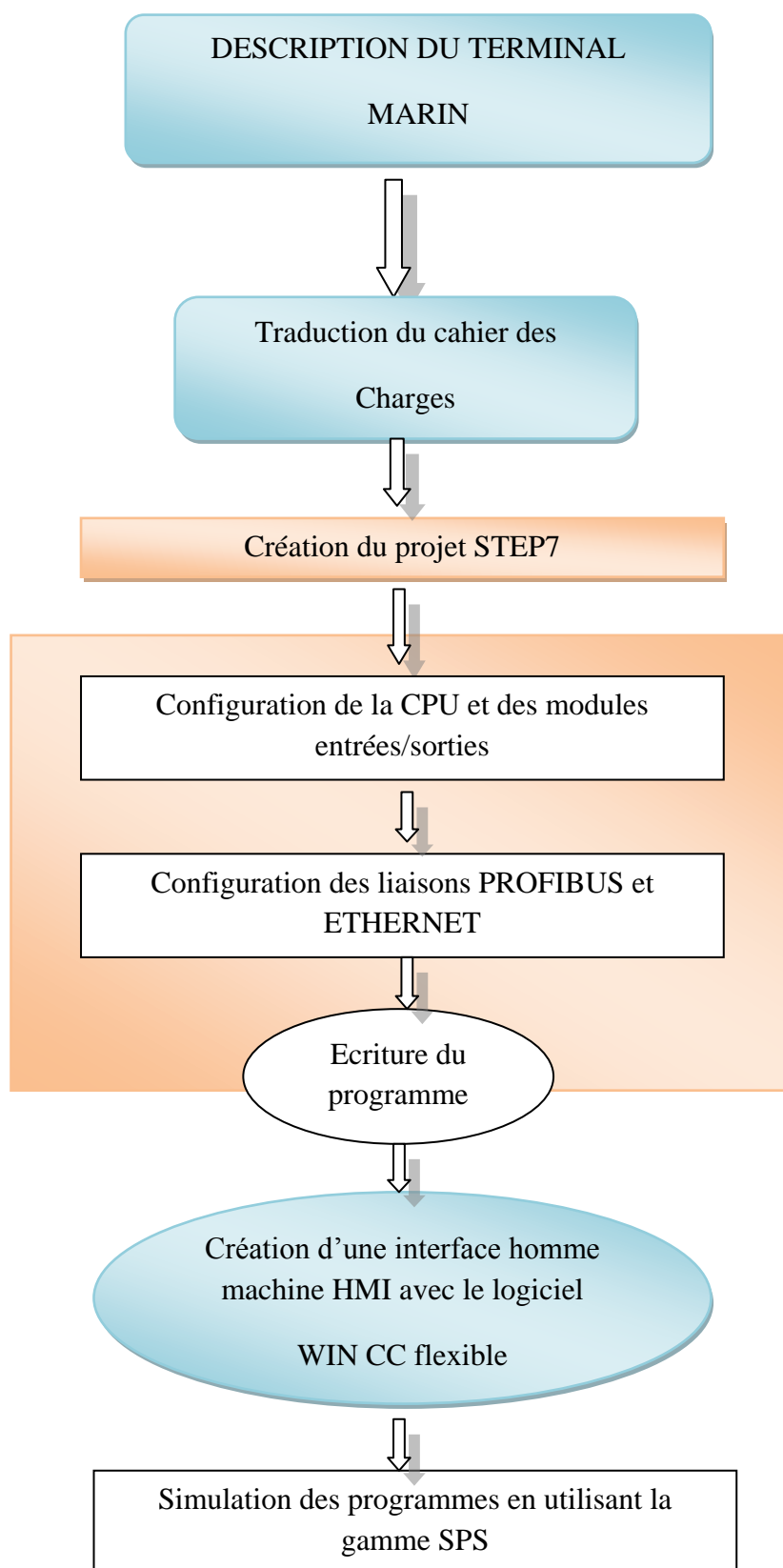


Figure V.1 : organigramme de l'application finale.

Qui consiste à la création du projet, la configuration matérielle, l'écriture du programme ainsi que la création de l'interface Homme/Machine. Le programme développé traduit le cahier des charges établies pour une exploitation plus optimal de nos ressources matérielles, et qui nous permettra d'aboutir à une excellente supervision qui est primordiale dans notre parc de stockage

V.2.1. Définition d'un cahier des charges.

➤ **Exploitation du parc de stockage :**

- Constitution des stocks, sur les réservoirs, ayant terminé un remplissage total ou partiel comprenant :
 - a) jaugeage.
 - b) prise de température.
 - c) mesure de densité sur un échantillon, pris sur le trou centre et à mi-hauteur du liquide.
- Etablissement des circuits de transvasement, d'assèchement des réservoirs, purge des conduites et décompression.
- Observation horaire des pressions aspiration et refoulement des pompes en fonctionnement.

➤ **Les consignes générales**

- Remplissage des réservoirs.
- Réception de colonne
- Evaluation des stocks
- Circuit by-pass – enlèvement à débit compris entre 600 et 800 m³/h
- Utilisation des pompes
- Utilisation des pompes principales pour enlèvement
- Temps d'utilisation des pompes principales
- Exploitation des accessoires de l'entrepôt
 - b) Manifold d'entrée
 - c) Gare de racleur
- Mise en service d'un réservoir

Notre travail consiste à modifier un système existant c à d le cahier des charges établi par SONATRACH dans le cadre du renouvellement et modernisation de ces installations.

Le but est d'améliorer la nouvelle installation en redéfinissant un cahier des charges beaucoup plus clair et plus précis.

PROCEDURE DE SUPERVISION :

- Supervision en temps réel des niveaux, donc des volumes contenus dans les bacs de stockage.
- Supervision du contenu des bacs de stockage.
- Supervisions de la température du contenu du bac de stockage afin de calculer le volume corrigé.
- Supervision de l'activité du parc soit chargement, déchargement ou transvasement.
- Supervision de l'état des électrovannes et des GEP (ouverte, fermée, marche, arrêtée).

PROCEDURE DE GESTION :

- De manière générale c'est la gestion du manifold à travers l'ouverture et fermetures des électrovannes, et déclenchement des GEP.

La gestion du terminal marin peut se deviser en deux types la gestion du chargement et la gestion du déchargement.

- Aussi il ya la gestion des alarmes qui est volet très important.

En définitif c'est le suivie de la matière brute depuis son entrée par la gare racleur jusqu'à son chargement vers un navire au poste de chargement sis au port.

V.2.1.2. Définition des entrées sorties

❖ les entrées :

Pour l'automate gérant le parc nord :

- 12 entrées analogiques (4-20 mA) du niveau des réservoirs.
- 12 entrées analogiques (4-20 mA) de la température du produit contenu dans les réservoirs.
- 12 entrées digitales donnant le sens du produit au pied de chaque bac.
- 12 entrées digitales donnant l'état fermé de chaque vanne pied de bac.

- 12 entrées digitales donnant l'état ouvert de chaque vanne pied de bac.
- Et pour la gestion du manifold :
- Pour le chargement des réservoirs
 - 6 entrées digitales donnant l'état fermé de chaque vanne de ligne.
 - 6 entrées digitales donnant l'état ouvert de chaque vanne de ligne.
 - Pour le chargement d'un navire :
 - 84 entrées digitales donnant l'état fermé de chaque vanne relié a une des sept pompes.
 - 84 entrées digitales donnant l'état ouvert de chaque vanne relié a une des sept pompes.
 - 3 entrées digitales donnant l'état fermé de chaque vanne relié a une des trois postes de chargements vers le port.
 - 3 entrées digitales donnant l'état ouvert de chaque vanne relié a une des trois postes de chargements vers le port.
 - Pour le système de pompage :
 - 7 entrées digitales donnant l'état du GEP (marche / arrêt)

V.2.1.3. Organigrammes

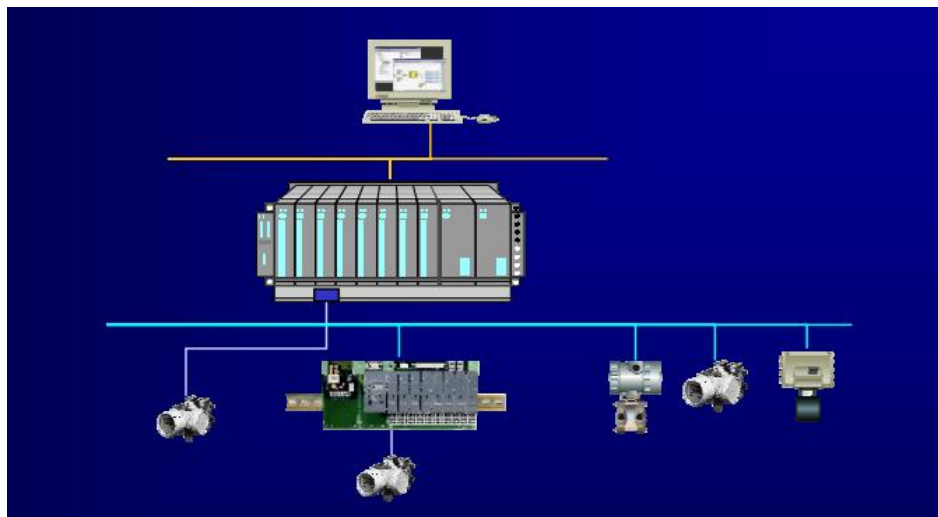


Figure V.2 : Synoptique du prototype (architecture de contrôle-commande)

L'organigramme fonctionnel de l'application finale peut être devisé en deux organigrammes

Le premier représente la tâche principale de l'automate qui est la supervision des grandeurs et la gestion des alarmes. Le second peut être subdivisé en deux sous organigrammes selon le mode de fonctionnement du terminal soit chargement ou déchargement.

Les schémas suivants résument ce qui était dit précédemment:

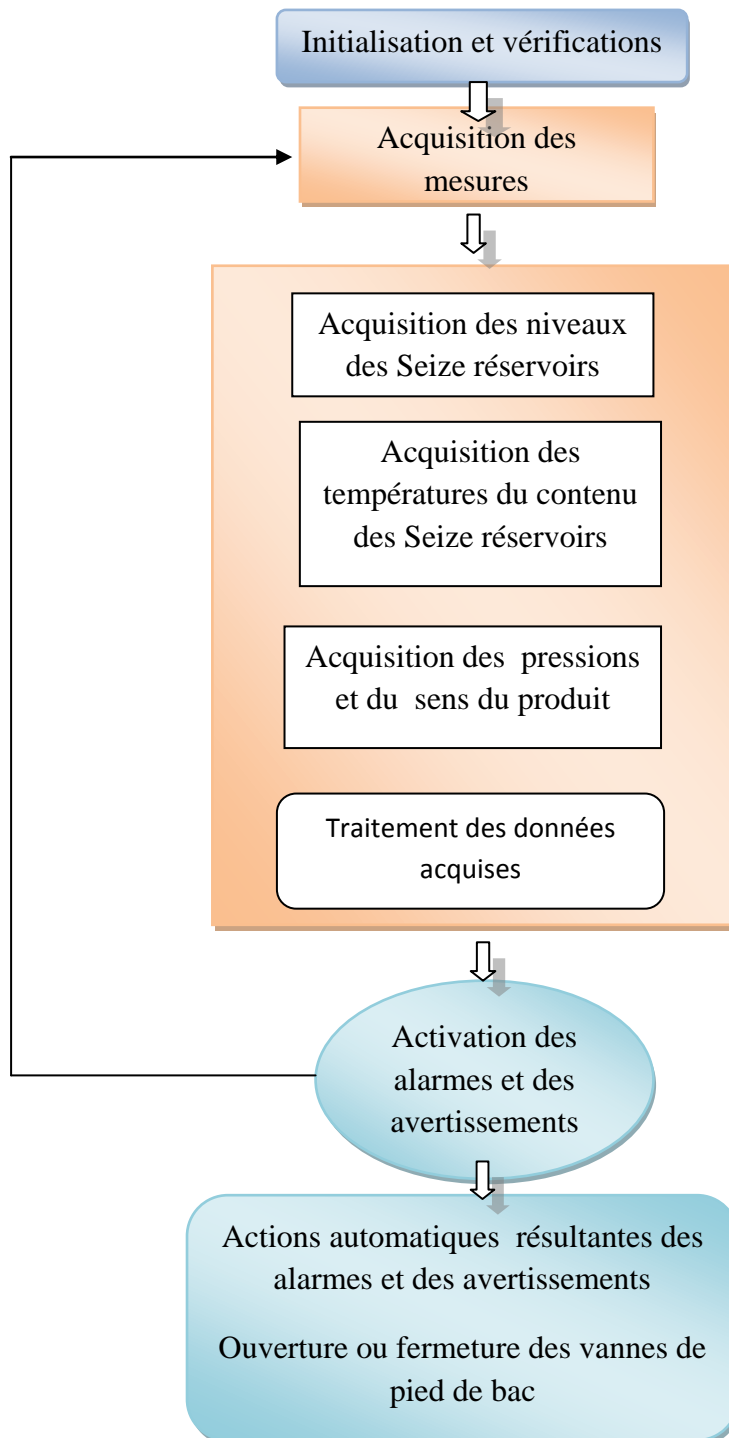


Figure V.3 : organigramme des acquisitions et des alarmes

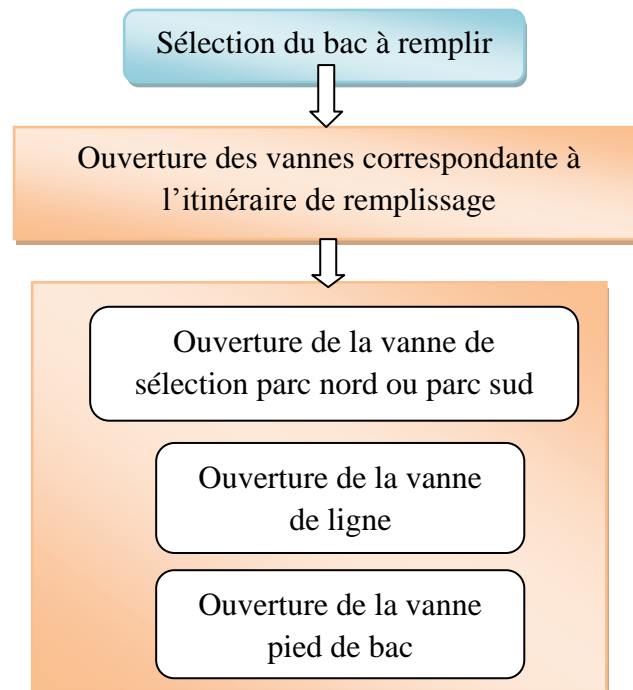


Figure V.4 : organigramme de chargement des réservoirs

Il faut préciser aussi que ce remplissage n'a pas besoin de pompage, il s'effectue par gravitation car le pipeline OB1 prend une pente considérable depuis le col de SLATNA jusqu'à Bejaia. Donc il suffit d'ouvrir les vannes correspondantes à l'itinéraire et le chargement s'effectue de manière naturelle.

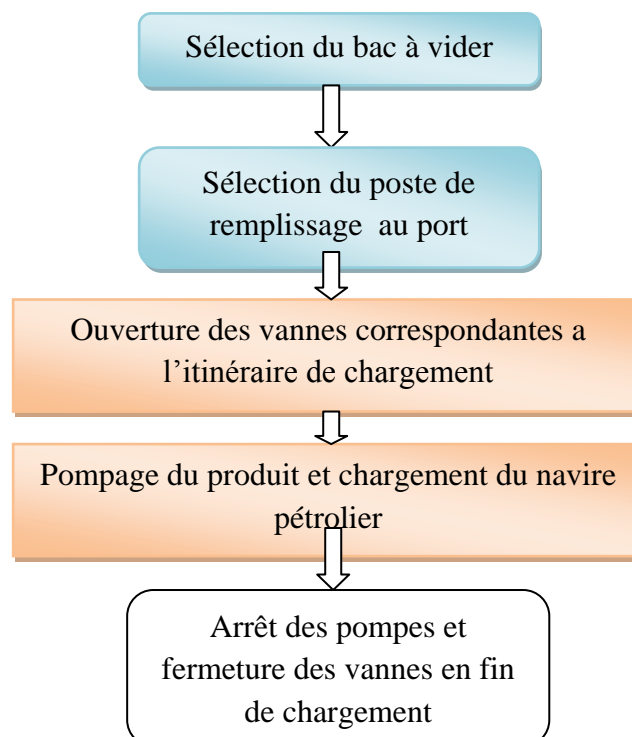


Figure V.5 : organigramme de chargement des bateaux pétroliers.

V.3. Création du projet S7 pour le TM

Dans cette partie nous allons traiter le programme concernant le parc de stockage nord, car en ce qui concerne la partie sud c'est le même programme mais moins volumineux.

V.3.2. Insertion des stations dans SIMATIC MANAGER

Le projet est créé selon la procédure vue dans le chapitre III. Après insertion de la station

S7-400 ainsi que d'une station **HMI** pour la supervision telle qu'il est montré dans la figure suivante :

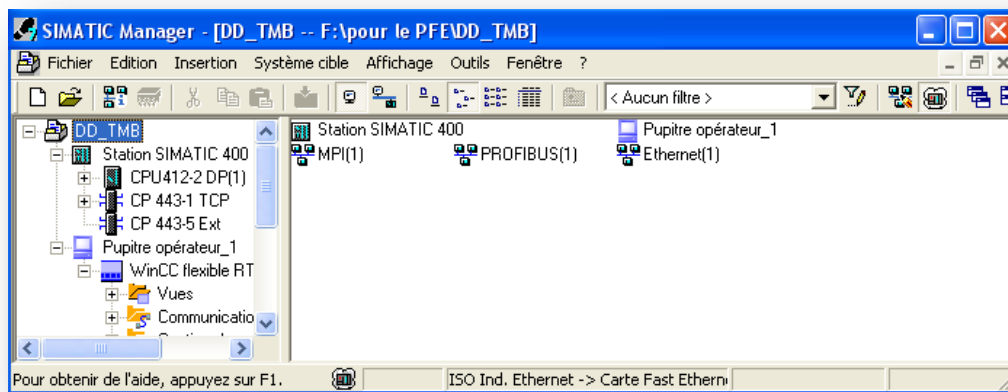


Figure V.6 : Création du projet

V.3.3. Configuration du matériel dans STEP7

Le matériel utilisé est imposé par l'installation existante.

- On sélectionne une **CPU 412 2-DP**.
- Module d'alimentation : **PS 405 10 A**.
- Module communication **PROFIBUS CP 443-5EXT**.
- Module communication **ETHERNET CP 443-1**.

Matériel imposé par le nouveau cahier des charges :

- Coupleur de bus **IM 153-2** pour jusqu'à 12 SM S7-300, FM S7-300, utilisable avec redondance.
- Modules d'entrée analogique **SM 331 AI 8x12Bits**.
- Modules d'entrée digitales **SM 321 DI 32xDC 24V**.

- Modules de sortie digitales **SM 321 DO 32xDC 24V**.

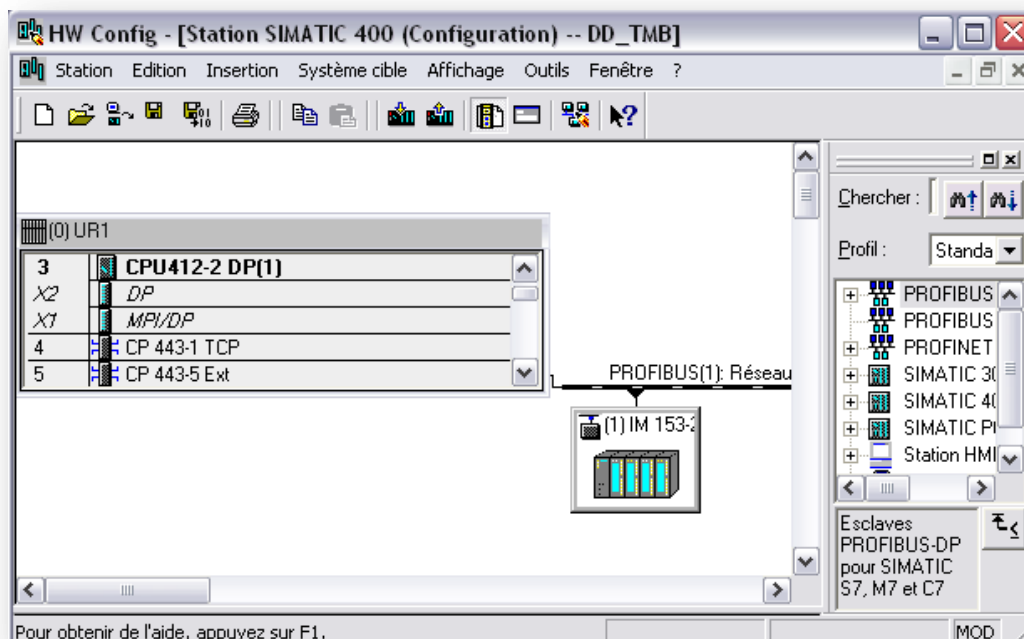


Figure V.7 : configuration matériel

Concernant les modules d’entrées analogiques nous avons préféré utiliser des modules déportés c a d hors l’armoire sis a la tour de control afin de réduire les nombre de câbles issus des capteurs vers l’automate via les modules d’entrée et ceci pour :

- Réduire l’encombrement dans l’armoire de la tour de contrôle.
- Réduire le cout de l’installation en utilisant beaucoup moins de cuivre.

V.3.4. Création du programme de gestion dans STEP7

➤ Choix de la CPU

A l’aide de SIMATIC Manager (Assistant de STEP7) on va sélection la CPU cité précédemment comme montre la figure ci-dessous :

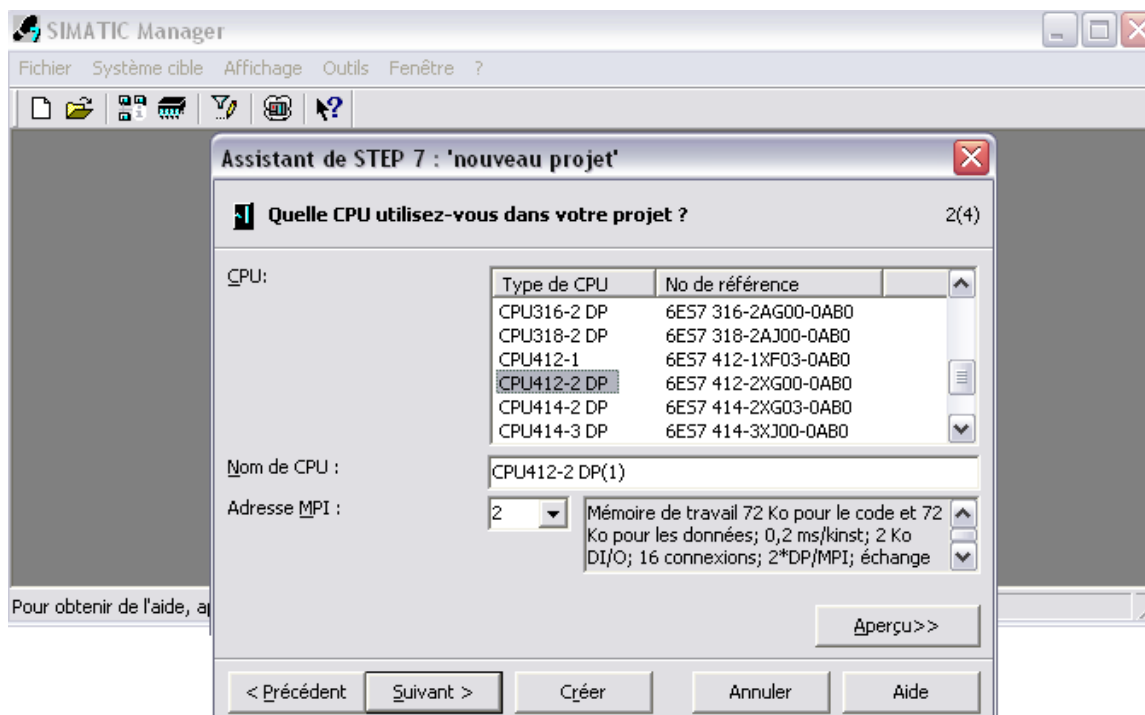


Figure V.8 : Sélection de la CPU.

➤ **Les blocs d’organisation et fonctionnels :**

Le programme STEP7 contient les blocs d’organisation OB1, OB100, et OB30 et des blocs fonctionnels (FC) pour l’acquisition des données et leurs traitements.

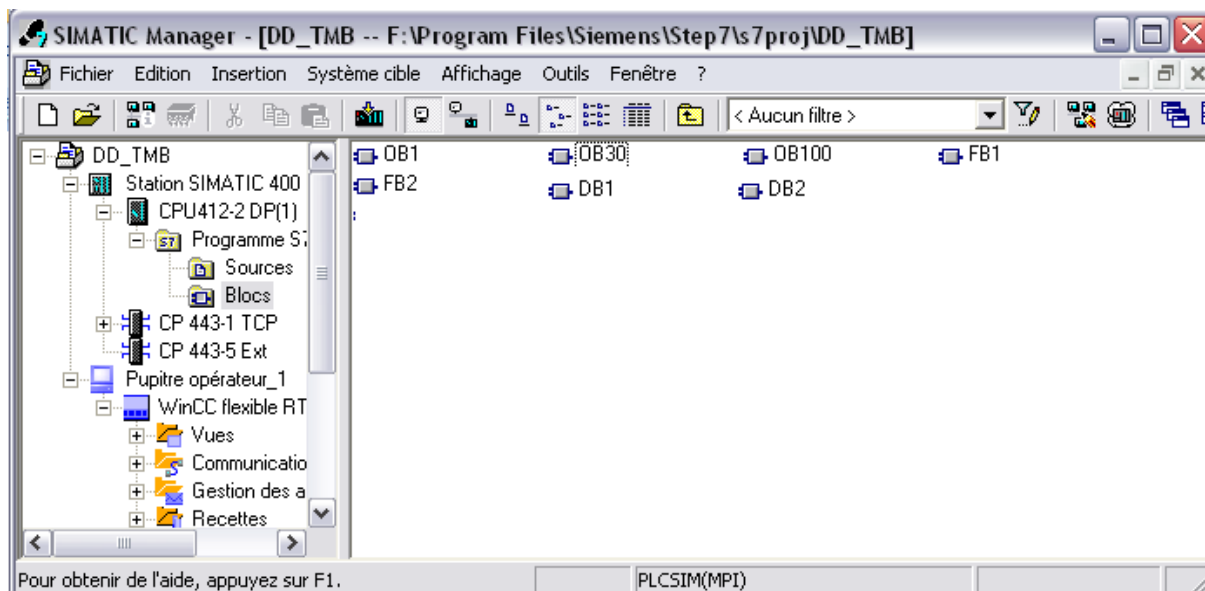


Figure V.9 : blocs d’organisation et fonctionnels de l’application.

V.3.5. Création de la station SIMATIC HMI

A l'aide de SIMATIC Manager on peut insérer une station SIMATIC HMI (un pupitre opérateur) comme montre la figure suivante :

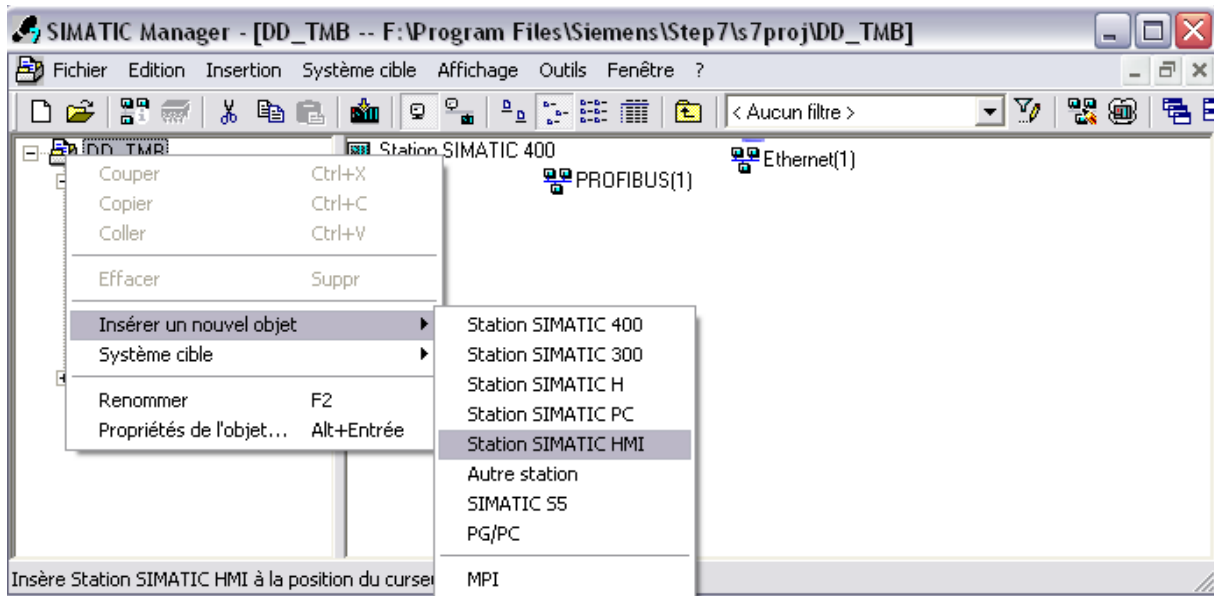


Figure V.10 : insertion d'une station SIMATIC HMI.

V.3.6. Paramétrage de la communication.

Concernant la communication dans notre application nous avons deux types de réseaux

- Communication automate-modules déporté via un réseau PROFIBUS DP.
- Communication automate-pupitre HMI via un réseau ETHERNET.

La configuration s'effectue sur **NetPro** comme le montre la figure suivante :

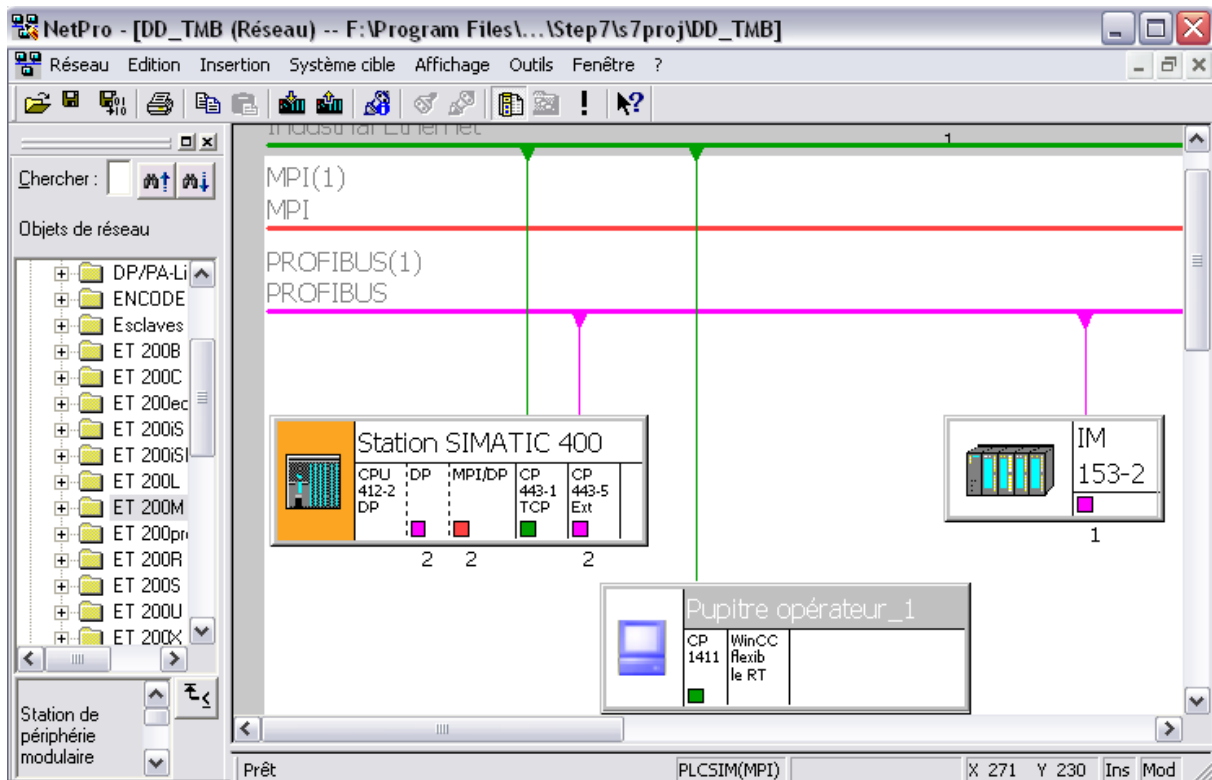


Figure V.11 : configuration réseau de l’application.

V.4. Description du programme

La description détaillée a été faite précédemment avec les organigrammes.

Le cheminement de cet organigramme est divisé en trois parties exécutées par trois blocs d’organisations différents.

- Bloc d’organisation de démarrage OB100.
- Bloc d’organisation cyclique (continu) OB1.
- Bloc d’organisation d’alarme cyclique OB30.

V.4.1. Bloc d’organisation de démarrage

L’OB100 s’exécute lors du démarrage de l’automate, on va l’utiliser pour l’initialisation des zones mémoires utilisées et pour exécuter certains blocs, comme le chargement de la consigne, le choix du mode fonctionnement du TM ainsi que la fermeture de toutes les vannes.

V.4.2. Bloc d'organisation cyclique

L'OB1 s'exécute d'une façon continue, il fait appel a des fonctions pour

- la lecture de la mesure, et leur traitement.
- Soit remplir les bacs soit les vidé vers le poste de chargement de navire.

Le bloc FC1 concerne le niveau des produits dans les réservoirs

Le bloc FC2 concerne les températures des produits

Le bloc FC3 concerne le remplissage des réservoirs.

Le bloc FC4 concerne le chargement vers un navire.

V.4.3. Bloc d'organisation d'alarme cyclique

L'OB30 s'exécute à des périodes régulières, la période d'exécution peut être modifiée dans les propriétés de la CPU. Mais puisque nous traitons un système très lent donc 5s sont largement suffisantes.

V.5. L'interface homme machine HMI crée par le progiciel Win CC flexible

Suite à l'automatisation industrielle, l'opérateur humain a été contraint de conduire ou de superviser des machines automatisées, en réduisant les prises d'information et les actions directes sur le processus, ce qui conduit à l'élaboration d'interface d'interaction Homme/Machine, flexible et aussi lisible pour un simple opérateur. Le dialogue est d'autant plus facilité que l'écran comporte des images avec des synoptiques, des graphes,... etc.

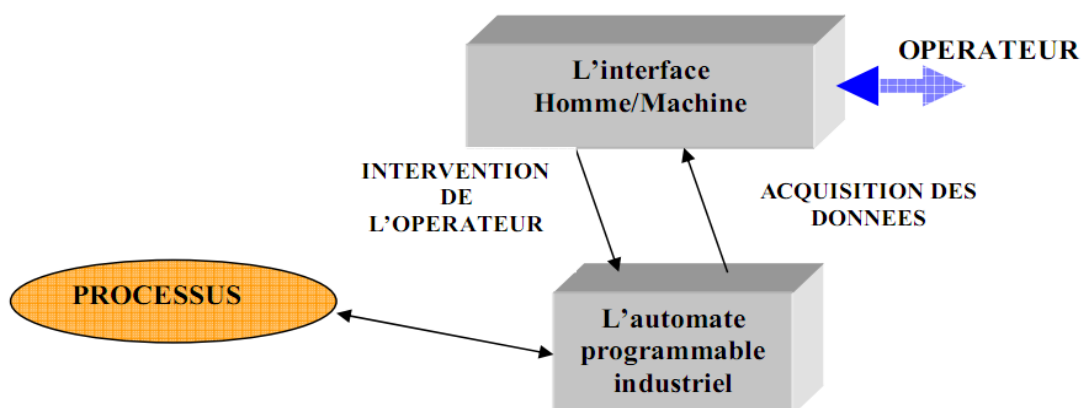


Figure V.12 :L'interface Homme/Machine dans un processus automatisé

Siemens avec sa gamme SIMATIC S7, contribue dans ce sens, et met à la disposition de cette demande exigeante, un grand choix en terme de pupitre de supervision et de contrôle, paramétrable par le biais d'outils divers.

Le progiciel WinCC flexible, reste le plus approprié, en terme de simplicité, pour la conception ce type d'interface de commande/diagnostic. [pfe salah]

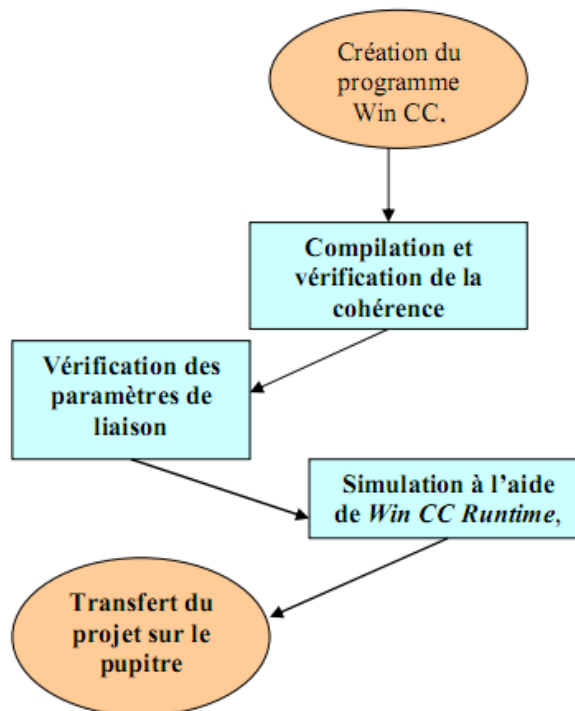


Figure V.13 : Etapes pour la conception d'une interface via Win CC flexible

L'interface homme machine, est un terminal d'exploitation de 17 pouces, ou il est possible de visualiser l'état du processus et de ces différentes grandeurs dans notre application, et de détecter les éventuelles erreurs de fonctionnement et les anomalies, ainsi que les différentes commandes qu'on peut effectuer sur le système p.ex chargement d'un navire ou bien du bac, ouverture (fermeture) d'une vanne...etc.



Figure IV.14 : Le terminal d'exploitation

V.5.1. Création de la station HMI

Dans notre projet on a introduit un nouvel objet qui est la station HMI en choisissant le type de pupitre sur lequel, les informations seront transmises, pour notre application on utilise un ***SIMATIC Panel PC 670 15'' Touch*** en liaison avec l'automate qui est lié avec une liaison EtherNet.

Pour la gestion de l'installation on crée les vues suivantes :

- ✓ Une vue nomme « MENU » pour la gestion des vues c à d L'orientation vers les différentes vues.
- ✓ Une Vue nomme « TERMINAL NORD » pour la visualisation du parc de stockage Nord.
- ✓ Une Vue nomme « TERMINAL SUD » pour la visualisation du parc de stockage Sud.
- ✓ Une Vue nomme « BACs Nord » pour la visualisation les Bacs de stockage du parc de stockage Nord.
- ✓ Une Vue nomme « BACs Sud » pour visualiser les Bacs de stockage du parc de stockage Sud.
- ✓ Une Vue nomme « ALARM » qui nous permet de visualiser tout les alarmes de process.

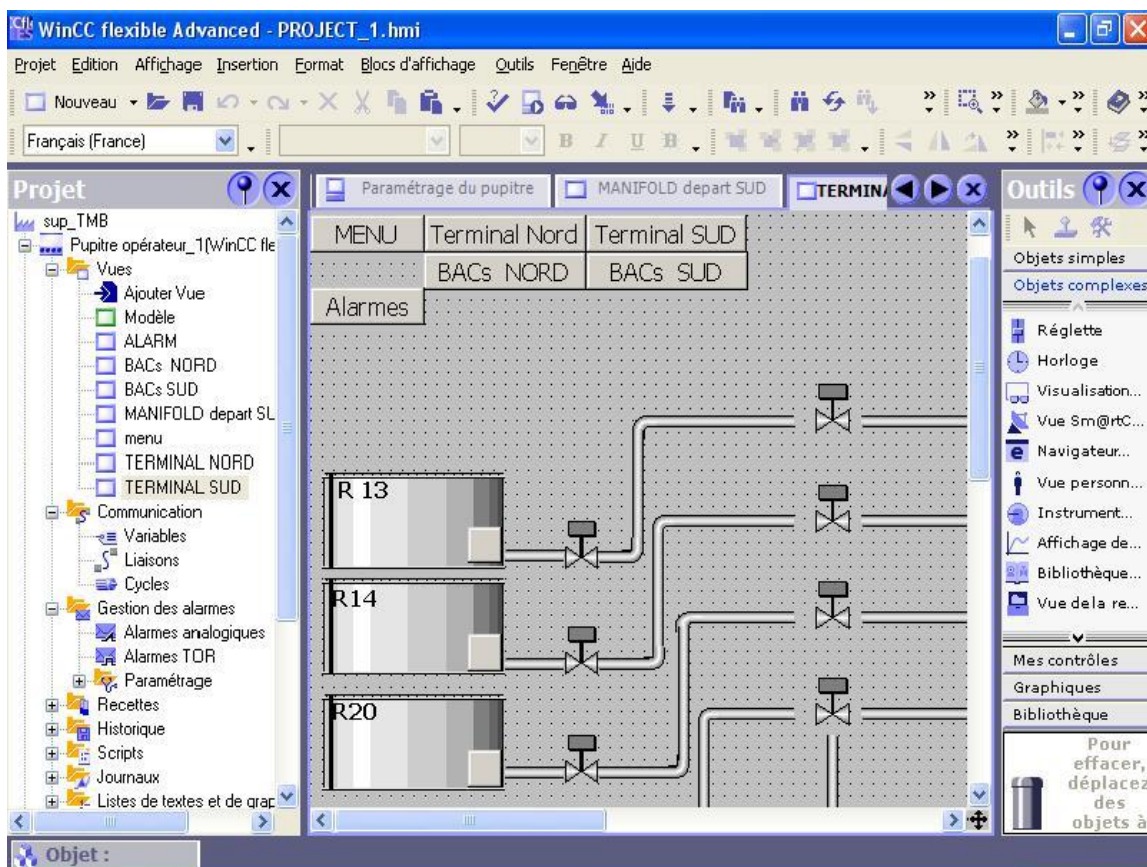


Figure V.15 : Les vues pour le projet HMI

Les éléments représentatifs de l’installation sont utilisés à partir de la bibliothèque du WinCC flexible, et chaque composant est affecté à une variable, une adresse, une représentation et un événement qui lui est assigné.

La représentation de chaque composant et l’évènement correspondant, sont paramétrable dans la propriété de l’objet.

V.5.2. Etablissement de la liaison Automate- SIMATIC Panel PC 670 15” Touch

La liaison est établie en choisissant le protocole de communication qui est dans notre cas EtherNet, avec l’adresse IP : 192.168.0.1.

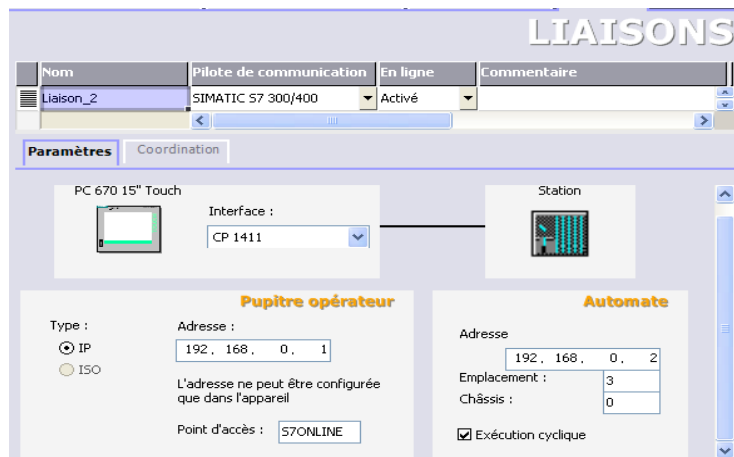


Figure V.16 : la liaison entre le PANEL et la STATION

V.6. Simulations des programmes :

V.6.1. Simulation en utilisant S7-PLCSIM :

L'application S7-PLCSIM nous permet de simuler le fonctionnement d'un automate programmable S7. Nous pouvons tester nos programmes de commande à partir de S7-PLCSIM sans devoir nous connecter à du matériel S7.

S7-PLCSIM fournit une interface utilisateur graphique permettant de visualiser et de modifier des variables du programme de commande, d'exécuter la CPU de simulation en mode Cycle unique ou Cycle continu, ainsi que de modifier l'état de fonctionnement de l'AP de simulation.

Nous allons simuler en introduisant des nombres de points à l'automate comme si ça venait de son module d'entrer analogique.

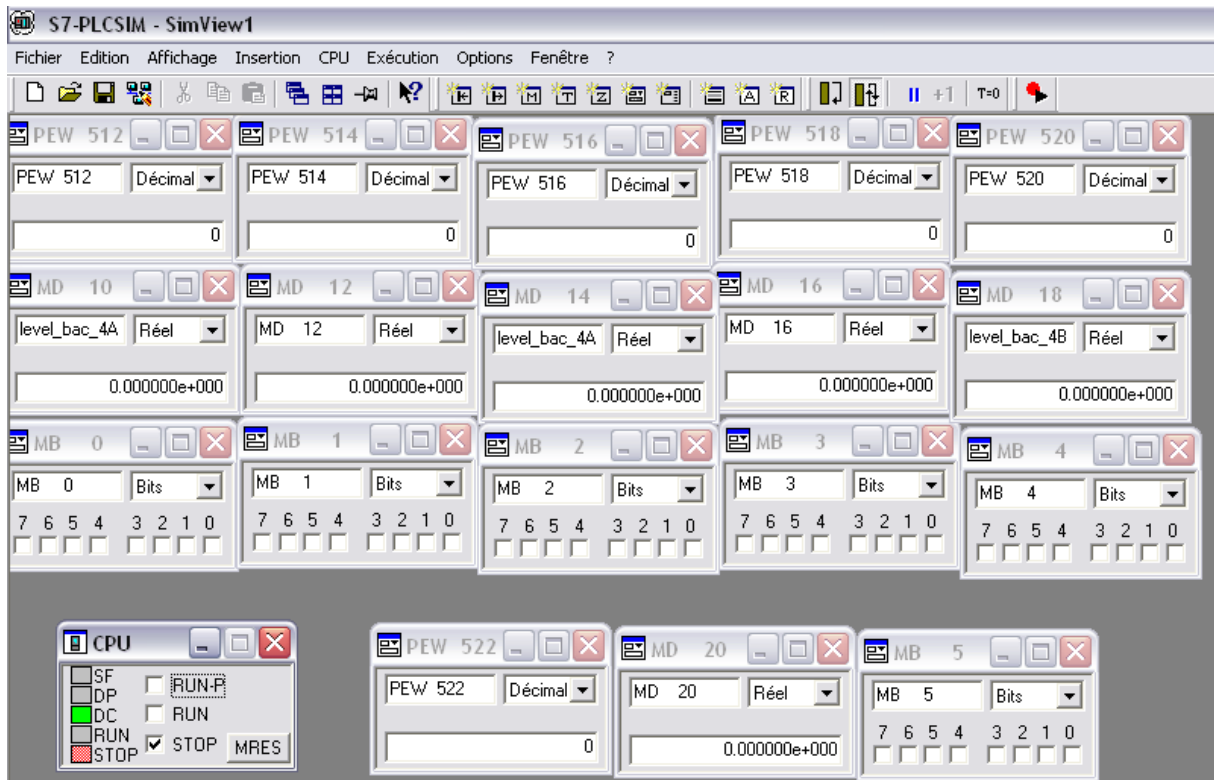


Figure V.17 : Simulation de l’application pour cinq bacs

Puis nous pendant la simulation nous observons la réaction de l’automate aux variations des entrées et le déclenchement des alarmes ainsi que les actions résultantes des différents niveaux des bacs.

La même simulation est faite pour l’acquisition des températures.

V.6.2. Simulation avec WinPLC7 :

Ce logiciel appartient a la gamme SPS de SIMATIC spécialement conçu pour la simulation.

C’est un outils performant et pédagogique car grâce a son interface il nous permet de nous rapprocher de la réalité.

Après chargement du programme source la simulation est beaucoup plus simple que dans le PLCSIM.

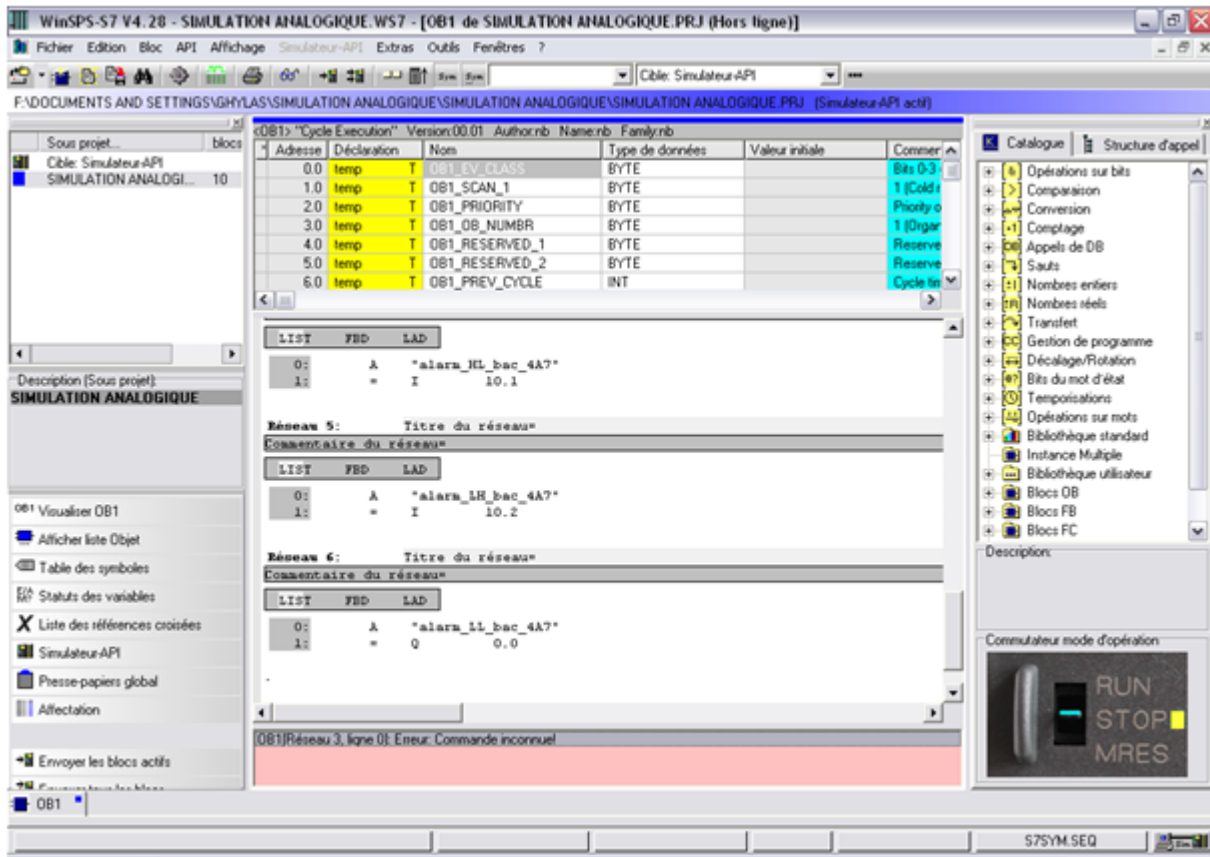


Figure V.18 : fenêtre principale de simulation.

Et pour démarrer la simulation nous avons l'interface suivante : grace a laquelle nous pouvons à l'aide du curseur modifier les courant de sortie des capteurs et par consequence simuler la reaction du programme

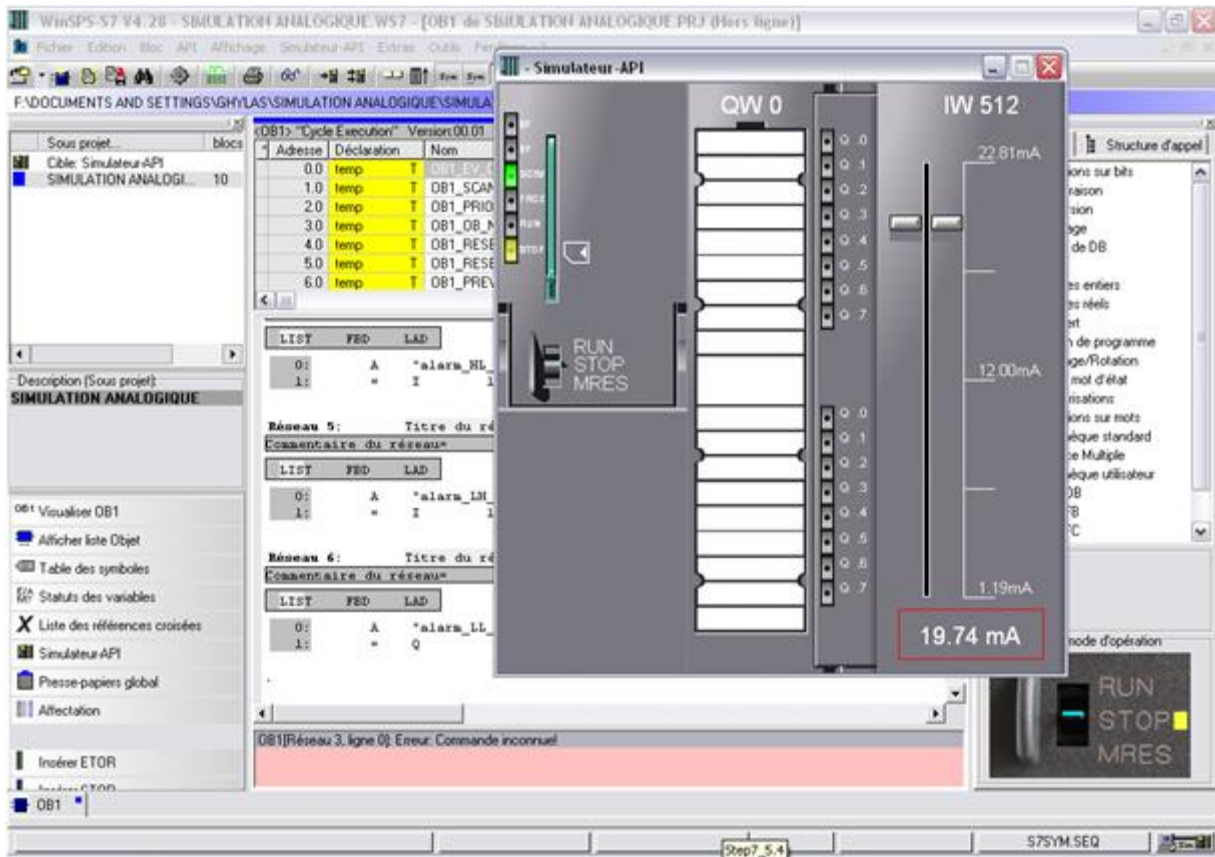


Figure V.19 : Simulation de l'application avec WINPLC 7

Conclusion Générale

L'objectif de ce travail est de faire une étude sur le système de commande et de supervision du parc stockage installé au terminal pétrolier de Bejaia. Nous avons été confronté à une réalité sur le terrain ou dans certaines circonstances la modification ou l'amélioration de certaines composantes du système de commande s'imposent, ceci est due au fait que de nouveaux paramètres entrent en considération impliquant la modification du cahier des charges.

Se focalisant sur la partie de programmation et de commande pour développer une application assurant les différentes fonctionnalités de ce type de système.

Ce projet nous a permis de voir les différentes possibilités offertes par les automates programmables : commande des systèmes continus et séquentiels, simulation des systèmes.

Munis d'un logiciel très performant, la commande est assurée par un automate programmable de la série S7-400 qui forment des unités de traitement et de commande d'une grande flexibilité. En effet simple à utiliser et dotée d'une interface graphique très intuitive, le STEP7 permet d'exploiter de manière très optimale les différentes CPU de la gamme.

Aussi il faut bien organiser le programme et optimiser l'utilisation du matériel pour permettre l'adaptation du système aux changements car le domaine de stockage et transport d'hydrocarbure est sujet à des mutations et de nouvelles normes peuvent entrer en vigueur ce qui impliquera la modification du cahier des charges.

L'application développée au niveau du parc, est un embarquement entre deux logiciels :

- STEP 7 qui englobe un ensemble de softwares, chaque bloc d'organisation avec sa fonctionnalité. En plus NetPro pour la gestion du réseau.
- WINCC qui gère l'interface graphique avec des visualisations et des animations, actualisées, ainsi qu'il administre une base de données commune avec le deuxième logiciel, le pupitre possède la communication Ethernet soit en tant que serveur ou client, afin d'assurer la gestion de niveau surveillance en exploitant un manager d'alarme qui communique directement avec l'unité de commande.

Les capteurs utilisés nous ont permis de voir la difficulté d'acquérir des informations sur la mesure ou la sortie, ainsi que leur exploitation.

La communication et le transfert d'informations via un réseau, rendront un système automatisé plus souple et plus performant par la diminution du câblage

L'inconvénient majeur du travail c'est qu'il ne trouve pas un support matériel pour le tester ou simuler la réaction réelle de processus qu'on veut contrôler. Ainsi que nous n'avons pas eu l'occasion de faire l'étude de ce qui est « sécurité » qui est un volet très important car nous travaillons dans un milieu explosif.

BIBLIOGRAPHIES

- [1] Documentation SONATRACH 2008.
- [2] **EMILIANE Koller** « Transport et stockage des fluides dans l'industrie », Edition DUNOD, 2002.
- [3] **S.ACHOURI, A.GASMI** « Optimisation de la capacité de stockage du pétrole brut et du condensat par la méthode de la simulation ». Mémoire du projet de fin d'étude, à l'USTHB.
- [4] **G. MICHEL**, « Les A.P.I Architecture et application des automates programmables Industriels », Edition DUNOD, 1987.
- [5] **P.JARGOT**, « Langages de programmation pour API. Norme IEC 1131-3 », Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8 030.
- [6] **M. BERTRAND**, « Automates programmables industriels », Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8 015.
- [7] **J.P.THOMESSE**, « Réseaux locaux industriels », Techniques de l'ingénieur, Vol. R 7574.
- [8] **C.KOLSKI**, « Ingénierie des systèmes Homme/Machine », Techniques de l'ingénieur, Vol. R 7 614 D.
- [9] **C.T.JONES**, « STEP7 in Step7 », first Edition, A practical Guide to Implementing S7-300/S7-400 Programmable Controllers, 2006.
- [10] **A.ABRICHE & S.BELKAS**, «Réalisation et gestion d'un prototype de station de pompage à base d'automates programmables industriels SIEMENS», projet de fin d'études, Ecole Nationale Polytechnique 2007.
- [11] **A.ACHAB & F.MEFTOUT**, « Simulation et commande en temps réel des systèmes continus et discontinus par automates programmables applications sur automate

siemens », projet de fin d'études, Ecole Nationale Polytechnique.

- [12] **R.BOUROUBI**, « Mise en œuvre du logiciel STEP 7, application a l'automate programmable S7-314 IFM », projet de fin d'études, Ecole Nationale Polytechnique 2004.

Manuels:

- [13] **SIEMENS**, « PROFIBUS Specification. Normative parts of Profibus-FMS, DP, PA according to the european Standard EN 50170 », Vol. 2, edition 1.0, PNO, 1998.
- [14] **SIEMENS**, « STEP 7, Getting started », SIMATIC, 2007.
- [15] **SIEMENS**, « S7PLCSIM, Testez vos programmes », SIMATIC, 2008.
- [16] **SIEMENS**, « Programmation avec STEP 7 », SIMATIC, 2008.
- [17] **SIEMENS**, « WinCC flexible 2008 », SIMATIC HMI, 2008.
- [18] **SIEMENS**, « WinPLC7 2007 », SIMATIC, 2008.
- [19] **SIEMENS**, « station de périphérie décentralisée ET 200M », SIMATIC, 2008.
- [20] **SIEMENS**, « CP S7 pour Industrial Ethernet Configuration et mise en service », SIMATIC NET, Partie A, Edition 2008.
- [21] **SIEMENS**, «Communication avec SIMATIC », SIMATIC, 2008.
- [22] **Datasheet MICROPILOT M FMR 230.**
- [23] **Datasheet RTD PT 100.**
- [24] **Datasheet LIMITORQUE.**

ملخص :

العمل المعروف في هذه الورقة يقوم أساسا على استخدام برمجة سيمنس. قمنا بدراسة وتحسين مواصفات النظام الذي يقوم بتخزين النفط والغاز مع اقتناء وتجهيز البيانات وعملية التشخيص ، والتي يقوم بها S7- 400 ، وكما يدير المخزن لحسن سير أعمال بجاية لصادرات النفط الخام في حالة ملء خزانات النفط الخام والمكثفات أو المنقولة عبر خط أنابيب من BO1 الى حوض الحمراء أو تحميلها على ناقلة نפט.

كلمة المفتاح

مسير صناعي مبرمج سيمنس ; حساس المستوى ; حساس الحراري ; شبكة الاتصال المحلية بروفيبوس ; شبكة الاتصال اتيرنات ; وينسيس فيكسبل ; ستاب سات ; خزان النفط الخام.

Résumé :

Le travail présenté dans ce mémoire est basé essentiellement sur l'utilisation des automates programmables SIEMENS.

Nous avons entrepris l'étude et l'amélioration du cahier des charges pour le système de supervision du parc de stockage d'hydrocarbure en faisant l'acquisition et le traitement des données processus ainsi que le diagnostic, qui sont assurés par un automate S7 400, qui aussi assure la gestion du parc pour le bon fonctionnement du terminal pétrolier de Bejaia soit en état de remplissage des bacs de pétrole brut ou de condensat acheminé par le pipeline OB1 a partir de HAUD-EL HAMRA, ou bien du chargement vers un navire pétrolier

Mot clé :

Automate programmable Siemens ; Capteur de Niveau ; Capteur de Température ; Réseau local PROFIBUS ; Industriel EtherNet ; Win CC flexible ; STEP7 ; Parc de stockage.

Abstract:

The work presented in this paper is based primarily on the use of programmable logic controller SIEMENS.

We have undertaken the study and improvement of specifications for the system of supervision of the park for the storage of oil through the acquisition and data processing process and diagnostics, which are provided by a PLC S7 400, which also manages the park for the proper functioning of the oil terminal Bejaia is in a state of filling the tanks of crude oil or condensate transported by pipeline from OB1 Haoud-EL HAMRA or loading to a ship oil

Keywords:

Programmable Logic Controller; temperature transmitters; level transmitters; PROFIBUS DP industrial network, Human Machine Interface Win CC flexible; storage park.