



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industriel

Réf. :

Présenté et soutenu par :
Abdelhak Ahmed

Le : lundi 8 juillet 2019

Automatisation et supervision de l'unité du traitement d'eau huileuses par API S7-300 dans la station SP 2 El- Outaya-Biskra

Jury :

Mr. Boumehraz Mohamed	Pr	Université de Biskra	Président
Mme. Terki Nadjiba	Pr	Université de Biskra	Examineur
Mme. Abdou Latifa	Pr	Université de Biskra	Rapporteur



Université de Mohamed Khider Biskra
Faculté des sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industriel

Thème :

**Automatisation et supervision de l'unité
du traitement d'eau huileuses par API S7-
300 dans la station SP 2 El-Outaya-Biskra**

Présenté par :

Abdelhak Ahmed

Avis favorable l'encadreur :

Terki Nadjiba

Avis favorable du Président du Jury

Boumehraz Mohamed

Cachet et signature



Université de Mohamed Khider Biskra
Faculté des sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industriel

Thème :

Automatisation et supervision de l'unité du traitement d'eau huileuses par API S7- 300 dans la station SP 2 El-Outaya-Biskra

Présenté par : Boukhelfa Mohamed Nabil

Dirigé par : Terki Nadjiba

RESUMES (Français et Arabe)

Résumée :

Ce travail réalisé au sein de la station de pompage N°2 « SP2 », cette station assure le pompage de condensât Haoud-El-Hamra au Terminal Arrive de Bejaia « OB1 », notre objectif principale dans ce projet est de concevoir un système automatisé pour Séparer et transférer l'eau et le brut pour l'utilisation par un automate programmable siemens S7-300, :Nous présentons une description de l'entreprise ainsi que sur la station SP2, en plus nous donnons une étude détaillée sur les systèmes automatisés et les automates programmables industriels, afin de valider la partie expérimentale nous avons présenté un Plan P&ID ainsi que la réalisation d'un programme sur logiciel STEP 7, Pour la partie supervision nous avons utilisé le logiciel WinCCFlexible.

Mots clé :

Plan P&ID, S7-300, OB1.

ملخص

أنجزت هذه الدراسة على مستوى محطة الضخ -2-، هذه الأخيرة عبارة عن مجموعة أنظمة مجمعة بطريقة ذكية فيما بينها من أجل ضمان ضخ النفط من المحطة الأولى بحوض الحمراء الى نقطة الأخيرة ببجاية « OB1 » ، عملنا كمهندسي آلية فركز هذا العمل على انجاز نظام ألي يقوم بفصل الماء عن نطف الخام وتخزينهما باستعمال جهاز التحكم الصناعي القابل للبرمجة S7-300. تم تقسيم المشروع على مراحل:

تقديم وصف عن الشركة وعن الأنظمة الالية والصناعية القابلة للبرمجة، واستعمال برنامج Step 7 من اجل البرمجة. كما قمنا بوضع واجهة الانسان والألة عن طريق برنامج WinCC للسماح للمشغل بعرض وتحليل سلوك النظام في الوقت الحقيقي.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents,

Mes très chers frères,

Ma très chère sœur,

Tous mes amis et collègues d'études,

et à tous ceux qui me sont chers.

Remerciements

Nos remerciements vont tout premièrement à dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a données durant toutes ces longues années.

*Nos remerciements s'étendent également à notre promoteur **Pr. Terrki Nadjiba** qui nous a constamment guidé et encouragé.*

*Nos remerciements Monsieur **Touba Mostafa Mohamed** pour la confiance qu'il m'a donnée et ses précieux conseils.*

*Nos remerciements s'adressent aussi aux membres de jury **Mr. Mohamed boumahraz et Mme. Abdou Latifa** qui ont accepté sans réserve, de juger et d'évaluer ce travail. Qu'ils soient assurés de nos profondes reconnaissances.*

Nous tenons à remercier aussi les ingénieurs de la station de pompage SP2, particulièrement notre encadreur Mr Boukhalifa Med Nabil et les ingénieurs pour leurs collaborations et conseils durant notre stage pratique.

Nous remercions énormément nos amies pour l'encouragement incroyable au long de ce travail.

Liste des figures

Figure I-1 : Schéma de la ligne (HEH – Bejaia OB1).....	6
Figure I.2 : PROFIL ALIMETRIQUE DE L’OB1.....	7
Figure I-3:Photo de SP2 sur Google earth.....	9
Figure I-4 : Les soupapes de sécurité	10
Figure I-5 : Gare racleur.....	10
Figure I-6 : électropompe Booster.....	11
Figure I-7 : Les groupes électropompes principales.....	12
Figure I-8 : la centrale incendie.....	12
Figure I-9 : Les bacs de stockage	13
Figure II-1 : AUTOMATE PROGRAMMABLE SIEMENS	20
Figure II-2 : STRUCTURE INTERNE D’UN API.....	22
Figure II- 3 : Les interfaces d’entrées/sorties	23
Figure II- 3 : Exemple d’une carte d’entrées d’un API	24
Figure II- 4 : Exemple d’une carte de sortie d’un API.	24
Figure II- 5 : Module S7-300.....	27
Figure II- 6 : Bloc d’organisation	29
Figure II-7 : interface logicielle de Win CC.....	33
Figure II- 8 : Paramètres de connexion	35
Figure III-1 : Système CPI.....	39
Figure III-2 : Corrugated plate interceptor	40
Figure III-2 : Fonctionnement du capteur.....	41
Figure III-3 : Vanne motorisée	41
Figure III-4 : Pompes.....	42
Figure III-5 : Citerne de la purge.....	42
Figure III-6 : Les bacs	43
Figure III-8 : PlanP&ID.....	46
Figure III-9 : HW Config	48
Figure III-10 : Simulation.....	49
Figure III-11 : Tableau des variables.....	50
Figure III-12 : Vue Principale	51
Figure III-14 : LSH eau	52
Figure III-15 : Marche Pompe B	52
Figure III-16 : Marche P201-B.....	53
Figure III-17 : LSL eau.....	53
Figure III-18 : Arrêt de P201-B.....	54
Figure III-19 : Niveau LSH brut.....	54

Liste des figures

Figure III-20 : LSH Brut.....	55
Figure III-21 : Les conditions pour démarrage.....	55
Figure III-22 : Marche P200-A.....	56
Figure III-23 : Simulation PICSIM.....	56
Figure III-24 : Pompe C marche.....	57
Figure III-25 : Arrêt d'urgence P200-A	57
Figure III-26 : LSHH BRUT	58
Figure III-27 : LSHH brut	59
Figure III-28 : Arrêt d'urgence.....	60
Figure III-29 : P202-U marche	60
Figure III-30 : P202-U.....	61

Listes des abréviations

API : Automate Programmable industriel

PLC : Programmable Logic Controller

PROFINET : Process Field Interface Ethernet Intégrée

CONT : Le langage à base de schémas de contacts

CPU : Central Processing Unit

SM : Module De Signaux

TOR : Tout Ou Rien

FB : Bloc de fonction

FC : Fonction

HMI : Human Machine Interface

LOG : Le langage à base de logigramme

LIST : Le langage de liste d'instructions

OB : Bloc d'organisation

PROFIBUS : Process Field Bus

CP : Processeur Communication

FM : Modules De Fonction

TRC : Transport par Canalisation

RTH : Région transport de Haoud El Hamra

OB : Oléoduc à destination de Bejaia

ESD : Emergency Shut Down

MOV : Motorized Valve

DCS : Distribute Control System

RAM : Random Access Memory

ROM : Read Only Memory

EPROM : Erasable Programmable Read Only Memory

EEPROM : Electrical Erasable Programmable Read Only Memory

GRAFCET : GRAPhe Fonctionnel de Commande par Etapes et Transitions

Sonatrach: Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur la société SONATRACH et la station SP 2	
I.1 Introduction :.....	3
I.2 présentation de SONATRACH :.....	3
I.2.1 historique et mission :.....	3
I.2.2 L'activité de SONATRACH :.....	3
A-Activité Amont (AMT)	3
B- Activité AVAL (AVL)	4
C- Activité commercialisation (COM).....	4
D- Activité transport par canalisations (TRC) :.....	4
I.3 Historique et organisation de la direction régionale de Bejaia (DRGB) :.....	4
I.4 Description de L'OLEDUC « OB1 » HAUD el HAMRA-Bejaia :.....	5
I.5 Les différentes stations de pompage :.....	5
I.6 Profil altimétrique De l'OB1 :.....	7
I.7 Présentation de la station de pompage N°2 :.....	7
I.7.1 Rôle de la station de pompage N°2 :.....	7
I.7.2 Description de fonctionnement de la station de pompage (SP2) :.....	8
I.7.3 équipements principaux de la station SP2:.....	9
I.8 Les équipements d'exploitation :.....	9
I.8.1 Les soupapes de sécurité :.....	9
I.8.2 La gare racleur :.....	10
I.8.3 Les trois groupes électropompes Boosters :.....	11
I.8.4 Les groupes électropompes principales :.....	11
I.8.5 La centrale anti- incendie :.....	12
I.8.6 Les bacs de stockage :.....	13
I.9 Eléments de la station SP2:.....	13
I.9.1 Bâtiment de contrôle et bureaux :.....	13
I.9.2 Bâtiment d'énergie (Electrique HT/MT/BT et Variateur de Vitesse (VVF)) :.....	14
I.10 système de contrôle-commande :.....	14
I.10.1 ESD (Emergency shut down):.....	15
I.10.2 CSI 6500 Emerson :.....	15
I.10.3 Rotork :.....	15
I.10.4 Distributed control system (DCS):.....	15
I.10.4.1 Application de DCS :.....	15
I.10.5 Système Delta V :.....	15
I.10.5.1 Hardware :.....	16
I.10.5.2 SOFTWARE :.....	16

Sommaire

I.11 Conclusion :	17
Chapitre II : GENERALITE DE L'API SIEMENS STEP7 ET LE WINCC.	
II. Introduction.....	18
II.1 Définition générale d'un automate.....	18
II.1.1 Historique.....	18
II.1.2 Rôle de l'automate	18
II.1.3 Architecture des automates programmables industriels.....	19
II.1.4 Principe de l'automate programmable	20
II.1.4.1 Unité logique.....	20
II.1.4.2 Accumulateur logique.....	21
II.1.4.3 Unité de Commande	21
II.2 Structure interne des automates programmables	22
II.2.1 Le processeur	22
II.2.2 Les modules d'entrées/sorties	22
II.2.3 Les interfaces et les cartes d'Entrées / Sorties	23
Cartes d'entrées	24
Cartes de sorties.....	24
II.2.4 Les mémoires.....	25
II.2.5 L'alimentation.....	26
II.2.6 Liaisons de communication	26
II.3 L'automate S7-300	26
II.3.1 Vue d'ensemble SIMATICS7-300	26
II.3.2 Caractéristiques de l'automate S7-300	27
II.3.3 Présentation des modules de l' automate S7-300	27
II.4 Description du logiciel STEP7	28
II.4.1 Gestionnaire de projets SIMATIC Manager	29
II.4.2 Le programme.....	29
II.4.3 Les langages de programmation	30
II.4.3.1 Langage de programmation LIST (liste d'instructions)	30
II.4.3.2 Langage de programmation CONT (schéma à contacts)	31
II.4.3.3 Langage de programmation LOG (logigramme)	31
II.4.3.4 Langage de programmation Graph S7 (commande séquentielle).....	32
II.5 Le simulateur des programmes PLCSIM.....	32
II.6 WinCC flexible.....	32
II.6.1 Caractéristiques techniques.....	33
Avantage.....	34
II.6.2 Présentation du système WinCC flexible	34

Sommaire

II.6.2.1 Eléments de WinCC flexible	34
II.7 Intégration de WinCC flexible à STEP7.....	35
II. Conclusion	36
Chapitre III : Description et l'application du système	
III. Introduction	39
III.1 Système du traitement eaux huileuses	39
Séparateur CPI (Corrugated Plate Interceptor).....	40
III.2 Le système automatisé.....	41
III.2.1 les équipements utilisés dans le système	41
III.2.1.1 Détection de niveau	41
III.2.1.2 Les MOV (vanne motorisées).....	41
III.2.1.3 Les pompes	42
III.2.1.4 Puits collecte eaux déshuilées.....	42
III.2.1.5 Puits collecte huiles	42
III.2.1.6 Citerne de la purge.....	42
III.2.1.7 Stockage du BRUT	43
III.3 Cahier des charges et l'organigramme	43
III.3.1 Cahier des charges.....	43
III.3.3 Grafcet	45
III.3.4 Plan P&ID	46
III.4 Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée	47
III.5 SUPERVISION ET SIMULATION DE SYSTEME	48
III.5.2 Élaboration du programme Step 7	48
III.5.2.1 Blocs d'organisation (OB)	48
III.5.2.2 Blocs fonctionnels (FB).....	49
III.5.2.3 Fonctions (FC).....	49
III.5.2.4 Blocs de données (DB).....	49
III.5.3 Simulations des programmes par S7-PLCSIM.....	49
III.5.4 La supervision	49
III.5.4.1 Création de la table des variables	50
III.5.4.2 Vue Principale du système	51
III.5.4.3 Réalisation de la supervision	51
III.6 Conclusion.....	62
Conclusion générale.....	63

Sommaire

Introduction générale

Introduction générale

Le secteur économique de l'énergie en Algérie occupe une place prédominante dans l'économie de l'Algérie, les hydrocarbures à eux seuls représentent 60 % des recettes du budget et 98 % des recettes d'exportation.

Sonatrach est créée le 31 décembre 1963, avec un objectif principal le transport et la commercialisation des hydrocarbures et se déployer progressivement dans les autres segments de l'activité pétrolière. C'est un acteur majeur de l'industrie pétrolière surnommé la major africaine. Sonatrach est classée la première entreprise d'Afrique[16].

Parmi les activités de l'entreprise est le transport par canalisation, nous avons choisi de faire un stage au niveau de la ligne de transport de condensât, précisément à la station de pompage N°2 'SP2' située à OUTAYA-BISKRA.

L'objectif de notre travail est d'acquérir les outils et méthodes afin de gérer de façon optimale un projet d'automatisme industriel, ainsi que, réaliser le cahier des charges du système à automatiser, et concevoir un système automatisé de la nouvelle unité du traitement d'eau huileuses de la station N°2 à base de l'automate S7-300, nous avons utilisé le logiciel Step 7 pour la programmation et le logiciel WinCC pour la supervision.

Le manuscrit est constitué de trois chapitres qui sont répartis comme suit :

- ❖ **CHAPITRE 01** : Généralités sur la société SONATRACH et la station SP
- ❖ **CHAPITRE 02** : GENERALITE DE L'API SIEMENS STEP7 ET LE WINCC.
- ❖ **CHAPITRE 03** : Description et l'application du système.

Introduction générale

CHAPITRE I :
Généralités sur la
société SONATRACH
et la station SP 2

I.1 Introduction :

Dans la première partie de ce chapitre nous parlerons brièvement sur la description de l'entreprise SONATRACH, la seconde partie est réservée à la station de pompage SP2, dont nous avons réalisé notre étude durant le stage. Par conséquent, cette station sera présentée avec un peu plus de détails.

I.2 présentation de SONATRACH :

I.2.1 historique et mission :

SONATRACH est l'entreprise la plus importante dans le domaine d'hydrocarbures en Algérie et en Afrique.

L'entreprise SONATRACH (Société Nationale pour le Transport et la Commercialisation des Hydrocarbures a été créé le 31 Décembre 1963 par le décret n°63/491, les statuts ont été modifiés par le décret n°66/292 du 22 Septembre 1966, et SONATRACH devient Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation et la commercialisation des Hydrocarbures est une entreprise publique algérienne et un acteur majeur de l'industrie pétrolière.

SONATRACH se développe également dans les activités de pétrochimie, de génération électrique, d'énergie nouvelles et renouvelables, de dessalement d'eau de mer et d'exploitation minière.

Depuis presque une décennie, SONATRACH ne cesse pas de s'internationalisé en opérant dans plusieurs régions du monde notamment en Afrique, Europe (Espagne, Italie, Portugal, grand Bretagne), en Amérique Latine (Pérou) et enfin aux USA. [1]

I.2.2 L'activité de SONATRACH :

S'articule autour de quatre branches principales sont :

A-Activité Amont (AMT)

- Exploration
- Recherches et développement
- Production
- Forage

- Engineering et construction
- Associations en partenariat

B- Activité AVAL (AVL)

- Liquéfaction du gaz naturel
- Séparation des GPL
- Raffinage du pétrole
- Pétrochimie
- Etudes et développement de nouvelles technologies

C- Activité commercialisation (COM)

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

D- Activité transport par canalisations (TRC) :

Au sein du groupe SONATRACH, l'Activité Transport par Canalisation TRC est en charge de l'acheminement des hydrocarbures, (pétrole brut, gaz, GPL et condensât) ; depuis les zones de production, jusqu'aux zones de stockage, aux complexes G NL, GPL ; aux raffineries, aux ports pétroliers (il y a 3 ports « Arzew-Bejaia-Skikda ») ainsi que vers les pays importateurs. Pour assurer la circulation des hydrocarbures TRC dispose de 79 stations de pompage et de compression dont 35 stations de pompage pour le brut d'une capacité opérationnelle de 146 millions de tonnes métrique.

- Les 79 stations de pompage et de compression sont dotées d'environ 300 machines principales d'une puissance de 2 millions de chevaux.[2]

3. Historique et organisation de la direction régionale de Bejaia (DRGB) :

- SOPEG : société pétrolière de gérance fut créée le 12 mars 1957, implantée à Bejaia, dont le siège était à Paris (France). Elle s'occupait du transport par canalisation d'un oléoduc qui s'étendait à Haoud-El-Hamar située à 25km de HASSI MESSAOUD jusqu'au terminal pétrolier de Bejaia, dont les premières

expéditions du pétrole brut à partir de HAUD-EL-HAMRA au port de Bejaia ont été réalisées en 1959.

- Après la nationalisation des hydrocarbures, SOPEG a donné naissance à l'UTC (unité de transport centre), et la récupération de la part de SONATRACH à 100% de ses avoirs de l'ex-pétrolier de Gérance (SOPEG).
- La direction régionale de Bejaia relève de la division exploitation de l'activité transport par canalisation de SONATRACH.
- La direction régionale de Bejaia a pour but :
 - ✓ La gestion et l'exploitation des ouvrages et canalisations de transport d'hydrocarbures.
 - ✓ La coordination et le contrôle de l'exécution des programmes de transport arrêtés en fonction des impératifs de la production et de commercialisation.
 - ✓ La maintenance, l'entretien et la protection des ouvrages et des canalisations, ainsi que l'exécution des révisions générales des machines tournantes et équipements y afférents.
 - ✓ La conduite des études, la réalisation de la gestion de développement des ouvrages et de canalisations.[3]

I.4 Description de L'OLEDUC « OB1 » HAUD el HAMRA-Bejaia :

Cet oléoduc est le premier pipe-line installé en Algérie par la société pétrolière « SOPEG » (Société Pétrolière de Gérance).

L'oleoduc OB1 reliant HOUAD EL Hamra (H.E.H) centre de dispatching brut à Bejaia (terminal arrivée), avec une longueur de 688 Km et d'un diamètre de 24 pouces, il possède une capacité max de transport de 15 MTA (2560 m³/h) de pétrole brut et de condensat.

Avec cinq stations de pompage et des stations satellites, il achemine depuis 1959 du pétrole et du condensat vers le terminal marin de Bejaia et la raffinerie d'Alger.

I.5 Les différentes stations de pompage :

L'oléoduc OB1-24 est constitué des plusieurs stations de pompage et des stations satellites.

Chapitre I :Généralités sur la société SONATRACH et la station SP 2

Ces stations sont :

-SP1 : Station de pompage située à Haoud el Hamra (HASSI messaoud) :

Centre dispatching d'hydrocarbures liquide.

-SPA : Station de pompage (station satellite) située à touggourt (OUARGLA)

-SP-BIS : Station de pompage située à Djamaa (el Oued)

-SPB : Station de pompage (station satellite) située à Oumache (BISKRA)

-SP2 : Station de pompage n°2 située à El Outaya (Biskra).

-SPC : Station de pompage (station satellite) située à Ain El khadra (M'SILA)

-SP3 : Station de pompage n°3 située à M'SILA

-SPD : Station de pompage (station satellite) située à Beni Mansour

- SBM : Station de pompage située à Beni Mansour

- Terminal arrivée de la raffinerie Sidi Arcine (Alger)

- Terminal arrivée et le port pétrolier (BEJAIA).

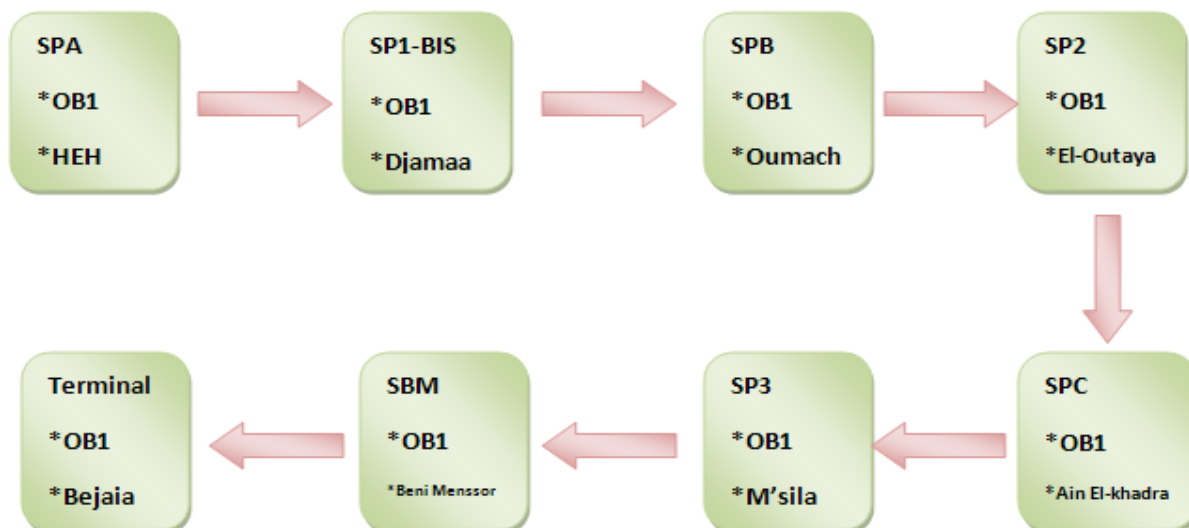


Figure I-1 : Schéma de la ligne (HEH – Bejaia OB1)

I.6 Profil altimétrique De l'OB1 :

Profile altimétrique de l'ob1 dans la figure ci-dessous

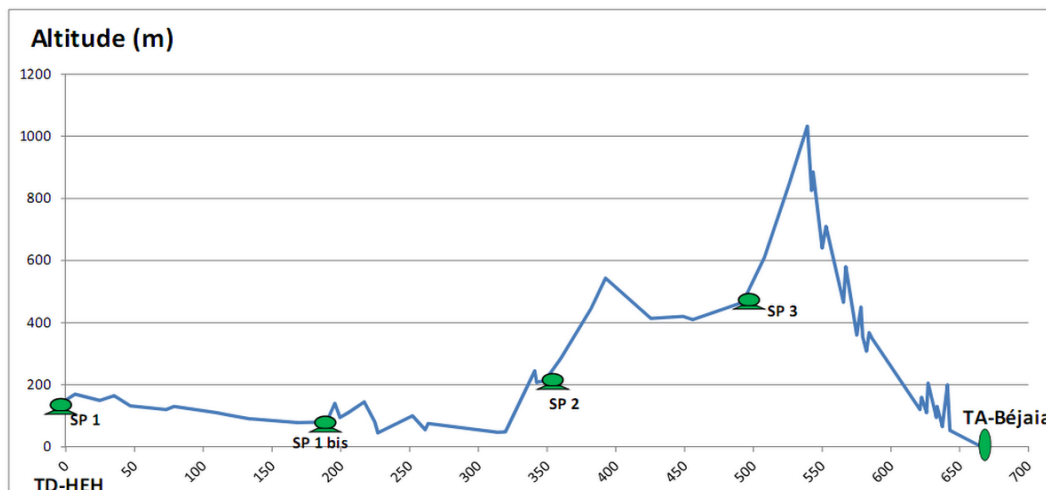


Figure I.2 : PROFIL ALIMETRIQUE DE L'OB1[8]

I.7 Présentation de la station de pompage N°2 :

La station de pompage SP2 a été créée en 1956, son fonctionnement est assuré par des GMP (Groupe MotoPompes diesel), cette station est gérée par l'activité Transport par Canalisation, Région Transport Centre (RTC) sous la coupe de la direction régional de Bejaia « DRGB ». En 2008 la station a été renouvelé et son fonctionnement est assuré par des GEP (Groupe ElectroPompes) ainsi que divers instruments de commande et de contrôle (automate, vannes motorisées...).

La station de pompage SP2 est positionné au coordonnées géographique, latitude $34^{\circ} 57' N$ et longitude $5^{\circ} 37'E$, la station (SP2) est située à une distance de 18 KM au nord de ville de Biskra.

I.7.1 Rôle de la station de pompage N°2 :

Le rôle principal de la station est de transporter le brut (pétrole brut ou condensat) venant de la station SP1 Bis Djamaa vers SP3 M'SILA, avec un débit de 800 à 2400 m³/h et une pression d'entrée de 0 à 7Kg/cm², et la température

ambiante, afin de pourvoir contrôler le volume de stockage dans les cas de surcharge.

I.7.2 Description de fonctionnement de la station de pompage (SP2) :

Comme il est mentionné précédemment que le rôle de la station est de transporter le brut venant de la station en amont SP1 Bis vers la station en aval SP3. Le fonctionnement dépend des conditions d'exploitation. la pression et le débit d'entrée/sortie.

On va faire une description du fonctionnement de nouvelles installations, les principaux équipements de la station sont les cinq (5) GEP :

*- A l'arrivée de la station « entrée de station » le brut venant à une pression allant 0 à 7 kg/cm² pour cela des pompes boosters sont installées en amont des pompes principales P-A/B/C/D/E et permettent de rehausser la pression à une valeur de $p=7\text{kg/cm}^2$ dans le but d'éviter le phénomène de cavitation à l'aspiration des pompes principales.

*-Le phénomène cavitation des pompes aura lieu si P_{asp} inférieur 2 kg/cm² donné par le constructeur de la pompe auparavant le brut passe par les filtres F-A/B/C (3 filtres en parallèle, 2 en fonctionnement, 1 de réserve) qui sont installées à l'entrée de la station.

*-l'installation des GEP's est en série cela permet d'élever la pression (charge) à une valeur de $P_{max} 79\text{kg/cm}^2$ (avec 4 GEP en service) dans le but de surmonter le col de METLILI ainsi que les pertes de du tronçon qui se trouve entre la station n°2 (Biskra) et la station de pompage N°3(M'SILA) pour avoir ces cinq groupes électropompes (5GEP) installées en série on peut fonctionner avec un ou deux ou trois ou quatre GEP suivant la demande (besoin d'exploitation)[4].

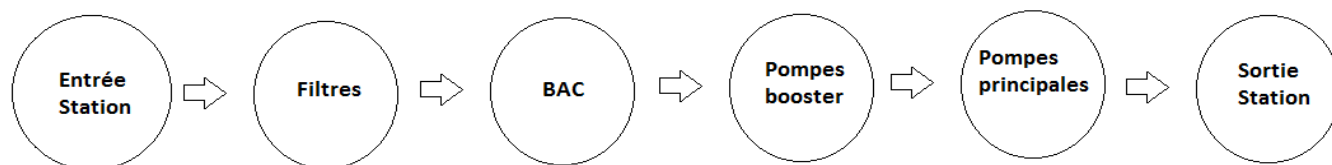


Figure I.3 : fonctionnement de la station de pompage

I.7.3 équipements principaux de la station SP2:

SP 2 est constituée des équipements suivant (Fig ci-dessous)

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. Bassin anti-incendie | 9. Magasin |
| 2. BAC 2A1 | 10. Batiment d'énergie |
| 3. BAC 2A2 | 11. Abri pompier principale |
| 4. BAC 2Y1 | 12. Gare-Racleurs |
| 5. Centrale incendie | 13. Filtres |
| 6. Abri booster | 14. Entrée Station |
| 7. Batiment controle | |
| 8. Centrale anti- incendie CO2 | |

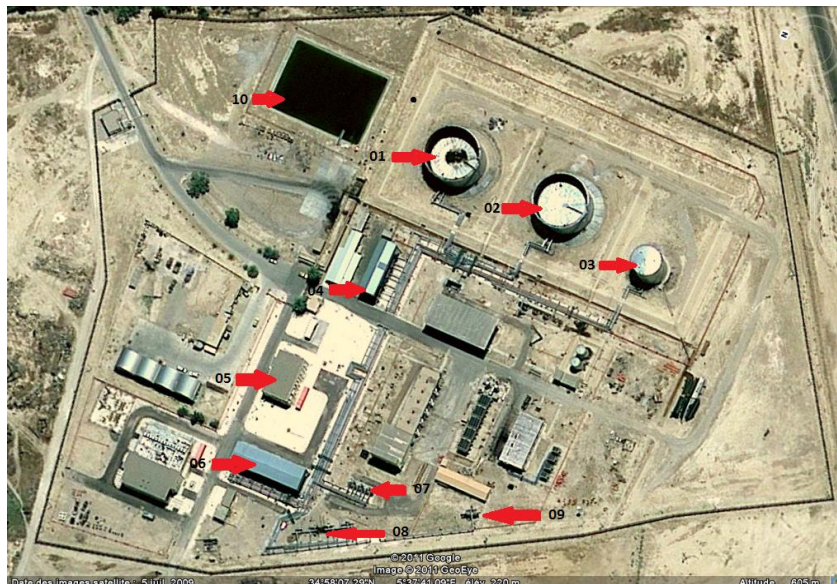


Figure I-4:Photo de SP2 sur Google earth

I.8 Les équipements d'exploitation :

I.8.1 Les soupapes de sécurité :

Il y a 04 soupapes dans la station (Soupapes PSV) à l'entrée, l'objectif principale de l'utilisation des soupapes pour la protection contre la haute pression ' $P \geq 12.5$ bar'.si la pression à l'entrée dépasse le point de consigne, les soupapes crachent et jettent le surplus vers le bac de stockage 2Y1.



Figure I-4 : Les soupapes de sécurité

I.8.2 La gare racleur :

Au moins d'outil intelligent ont obtiens les données sur l'état de la pipe (épaisseur, état interne concernant la paroi), et par le racleur ont éliminé toutes les impuretés du pipe-line, ces deux outils sont réceptionnés au niveau de la gare racleur.



Figure I-5 : Gare racleur

I.8.3 Les trois groupes électropompes Boosters :

Ce sont des pompes de marque ASI-ROBINCON, (5,5 KV, 220kw), de débit $1150\text{m}^3/\text{h}$. deux en service et une troisième en réserve, le rôle principal est d'éviter le phénomène de cavitation en élevant la pression à l'entrée des pompes principales.



Figure I-6 : électropompe Booster

I.8.4 Les groupes électropompes principales :

Ces 5 pompes GUINARD sont entraînées par des moteurs électriques ASI-ROBINCON (1550 KW, 3300V) de vitesse max de 2982 tr/m.



Figure I-7 : Les groupes électropompes principales

I.8.5 La centrale anti- incendie :

- Deux électropompes (JOCKEY) de marque EUSBI chacune de puissance $25\text{m}^3/\text{h}$
- Deux pompes principales électrique de capacité de $150\text{m}^3/\text{h}$ chacune.

Une motopompe diesel de capacité de $300\text{m}^3/\text{h}$.

- Le réseau de mousse (eau/émulseur).



Figure I-8 : la centrale incendie

I.8.6 Les bacs de stockage :

-Bacs de stockage (2A1 et 2A2).

-Le bac de décantation :

Un seul bac de détente à toit fixe (2Y1), ce réservoir à un volume de 2900 m³.

(Récupéré les décharges des soupapes).



Figure I-9 : Les bacs de stockage

I.9 Eléments de la station SP2:

Dans cette section, on va décrire brièvement les éléments constituant la station SP2. Elle est considérée comme étant une unité à part entière avec sa propre clôture la délimitant. Elle est dotée d'un poste de contrôle d'accès et de poste de garde à son entrée. En plus des équipements qui constituent la station.

I.9.1 Bâtiment de contrôle et bureaux :

Dans le premier étage on trouve la salle de contrôle contenant les armoires de commande (l'armoire (ESD, DCS, FG, AM6000 et RIMSEAL)), de plus le bureau du

chef de groupe station, D'un snack, d'une salle de réunion et d'un bureau gestionnaire.

Au niveau de la salle de contrôle on trouve des HMI de supervision. On y trouve 04 HMI station qui sont des PC avec écrans graphiques LCD, opérateur 1, 2, DVINST et un PC dédiée à la vibration.

I.9.2 Bâtiment d'énergie (Electrique HT/MT/BT et Variateur de Vitesse (VVF)) :

Il contient les armoires de distribution des départs électriques, des disjoncteurs de départ des transformateurs et d'un groupe électrogène. On y trouve aussi les cinq variateurs de vitesse, des systèmes de refroidissement de ces derniers, salle des batteries, UPS (redresseurs et onduleurs), automate dédiée à la HT et un automate dédiée à la BT.

I.10 système de contrôle-commande :

La détection Feu & gaz est assurée par deux système spécialisé et autonome qui assure la surveillance et le monitoring des alarmes feu, gaz et fumée, tout en transmettant les contacts alarme à l'API station pour les besoins d'affichage sur HMI et à l'ESD pour le besoin d'Arrêts d'urgence. En plus, ce système assure la protection anti incendie d'une manière autonome. Il y a deux types de protection anti-incendie automatiques :

- Protection par CO2 pour les locaux électriques et de commandes assurées par AM6000

ce système est dédié pour les bâtiments.

- Protection par poudre pour les pompes et leurs moteurs. Assurées par l'automate hima

Par conséquent, le système FIRE & GAZ ET AM600 déclenche automatiquement les protections anti-incendie adéquates en cas de détection. Du point de vue détection et protection anti-incendie, la station SP2 est organisée en plusieurs zones.

I.10.1 ESD (Emergency shut down):

L'ESD est conçu pour minimiser les conséquences des situations d'urgence liées aux l'exploitations des cas généralement incontrôlées, exemple dans le cas de réception de racleur une vanne s'ouvre automatiquement pour décharge brut vers 2Y1 et des situations susceptibles d'être dangereuses.

I.10.2 CSI 6500 Emerson :

Cet automate gère les vibrations des machines tournantes.

I.10.3 Rotork :

Cet automate gère et contrôle les vannes motorisées MOV.

I.10.4 Distributed control system (DCS):

Système de contrôle distribué plus utilisable dans les domaines industriels, leur composant sont partagés aux sous-systèmes vérifie et contrôlé par un contrôleur ou plusieurs. L'acquisition des données et le contrôle sont réalisés par des unités microprocesseur distribués située non loin des appareils de contrôle d'acquisition. Le système est doté d'un bus de communication à haut débit.[5]

I.10.4.1 Application de DCS :

Est conçu pour la production industrielle et surtout dans les lieux dangereux comme pétrochimie, les stations centrales de génération d'énergie, les engrais pharmaceutiques ...etc.

I.10.5 Système Delta V :

Est un produit du constructeur Emerson Process Management à base DCS, ce système est utilisé dans la station SP2 qui est représenté en deux parties :

I.10.5.1 Hardware :

On a vue dans la station dans l'armoire Delta V les composant principales suivant : le contrôleur qui se compose en deux racks dans chaqu'un on trouve :

-Module d'alimentation (deux en redondance). Leur rôle est l'alimentation électrique du CPU

-CPU (deux en redondance). Leur rôle est le traitement des données.

-Modules d'entrées/sorties (numériques et analogiques) reçoit les données des capteurs et détecteurs analogique comme transmetteur de température et numérique comme détecteur de feux et envoie des ordres par les modules de sortie, les actionneurs et pré actionneurs analogiques pour ouvrir ou fermer des vannes dans le cas de démarrage d'un moteur électrique.

-Module de communication.

I.10.5.2 SOFTWARE :

Le programme Delta V simplifie le contrôle des dispositifs qui relié avec le matériel, on peut le commander juste par un clic de souris à partir du poste d'opérateur.

La représentation graphique du matériel et dispositif utilisé est plus proche de réalité, on trouve presque tous les dispositifs existant dans la station et ces relations en blocs.

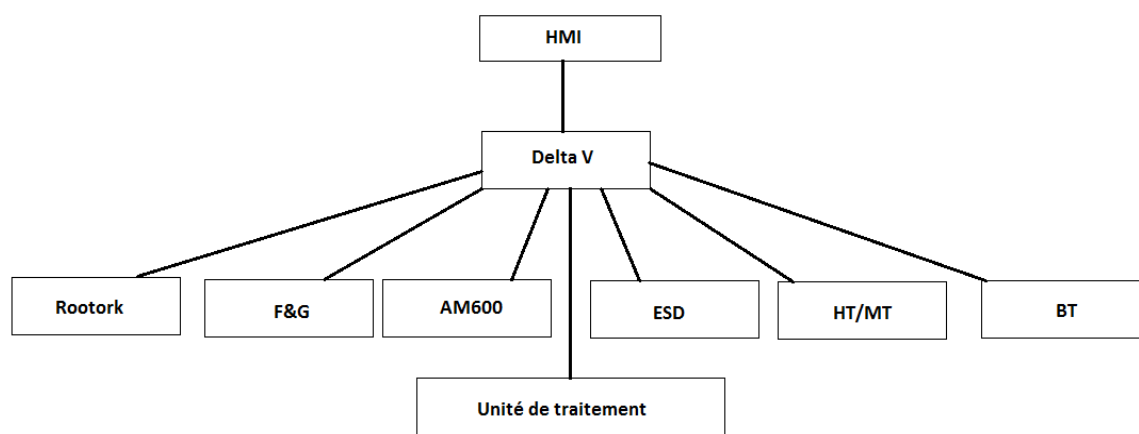


Figure I-10 : Fonctionnement de la station SP 2

I.11 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté l'entreprise SONATRACH et donné des détails sur la station de pompage SP2. Dans le prochain chapitre nous allons aborder quelques aspects théoriques en relation à la réalisation de l'engineering du projet et de son implémentation.

CHAPITRE II :
GENERALITE DE L'API
SIEMENS STEP7 ET LE
WINCC

II. Introduction :

L'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible dans ce cas on a utilisé les automates programmables.

Un automate programmable industriel (API) est une machine électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels.

Dans ce chapitre, nous avons présenté le logiciel de programmation des automates SIEMENS et le logiciel de la supervision le WINCC.

II.1 Définition générale d'un automate :

II.1.1 Historique :

Les automates programmables sont apparus en 1969, avant même que n'existent les microprocesseurs. Les premiers processeurs d'automates furent donc construits à l'aide des circuits intégrés disponibles à l'époque.[5]

Ce qu'il est important de noter c'est que les automates furent au départ, et restent encore maintenant, des machines conçues par des automaticiens pour des automaticiens, indépendamment donc des constructeurs d'ordinateurs. Leur parfaite adéquation aux besoins industriels en est la conséquence la plus marquante.[5]

Avant les API : utilisation de relais électromagnétiques et de systèmes pneumatique pour la réalisation des parties commandes (Logique Câblé) cette utilisation fait des inconvénients :

- pas de flexibilité.
- pas de communication possible.

La solution est utilisée des systèmes à base de microprocesseur permettent une modification aisée des systèmes automatisés (logique programmée).

II.1.2 Rôle de l'automate :

Les entrées de l'automate (qualifié de "partie commande") sont des signaux provenant du processus (qualifié de "partie opérative) par l'intermédiaire de capteurs

(fin de course, détecteurs de présence, etc.). Les sorties de l'automate agissent sur le processus par l'intermédiaire d'actionneurs (contacteurs, commandes de vannes, etc.). Le rôle de l'automate est de réagir aux changements d'état de ses entrées en modifiant l'état de ses sorties selon une loi de contrôle déterminée a priori par le concepteur du système.

Cette loi est dite combinatoire si, à chaque instant, l'état des sorties peut être directement déduit de l'état des entrées. Elle est de type séquentiel, s'il faut en plus tenir compte de l'évolution antérieure du système. Cette dernière peut en général être complètement décrite par l'état d'un nombre fini de variables logiques mémorisées au sein de l'automate.

La possibilité d'intervention d'un opérateur humain a également été symbolisée

II.1.3 Architecture des automates programmables industriels :

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

Suivante :

- Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la Gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des Circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM Nécessaire pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de Configuration du système.
- Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas

De 24V fournit les tensions continues +/- 5V, +/-12V ou +/- -15V.

- Un ou plusieurs modules d'entrées "Tout ou Rien" ou analogiques pour l'acquisition

Des informations provenant de la partie opérative (procédé à commander).

- Un ou plusieurs modules de sorties "Tout ou Rien" (TOR) ou analogiques pour Transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui

Intègrent en même temps des entrées et des sorties.

- Un ou plusieurs modules de communication comprenant :

- Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication,

Les liaisons RS-232 ou RS422/RS485 ;

- Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain ;
- Interface d'accès à un réseau Ethernet.[8]

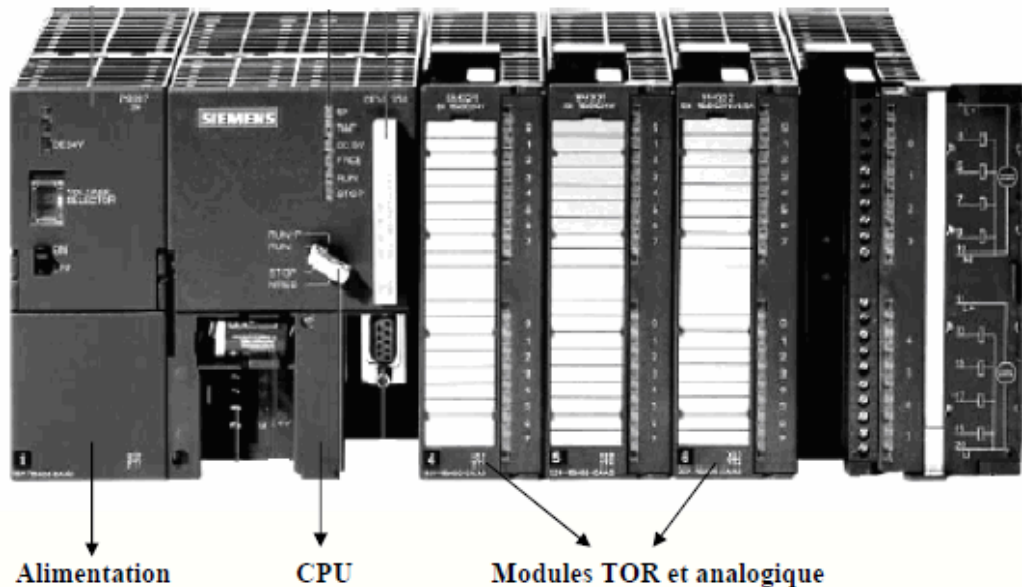


Figure II-1 : AUTOMATE PROGRAMMABLE SIEMENS

II.1.4 Principe de l'automate programmable :

II.1.4.1 Unité logique :

L'unité logique comporte les 3 opérateurs de base décrits plus haut. Il lui est associé une mémoire de données, constituée d'une batterie de bistables, appelés bits, qui sera utilisée pour la réalisation de fonctions logiques séquentielles ainsi que pour la mémorisation de résultats intermédiaires dont nous verrons la nécessité dans l'exemple ci-après.

Une série de sélecteurs symbolise la possibilité de mettre en communication les opérateurs de l'unité logique avec les entrées, les sorties et la mémoire de données. Bien entendu, dans la réalité, tout se passe de manière électronique.

II.1.4.2 Accumulateur logique :

On remarque aussi la présence d'un accumulateur (ACCU) qui est une cellule de mémoire particulière intervenant de manière privilégiée dans les opérations de l'unité logique.

En effet, d'une part l'accumulateur constitue une opérande obligée pour les opérateurs AND et OR et, d'autre part, le résultat des opérations est systématiquement obtenu dans cet accumulateur.

Comme nous le comprendrons mieux ci-après, cette manière de faire conduit à un codage très économique (en place mémoire) des instructions puisque, des trois opérands intervenant normalement dans une opération (deux entrées et une sortie), une seule doit être explicitement indiquée.

II.1.4.3 Unité de Commande :

Le fonctionnement de l'ensemble est géré par : l'unité de commande de l'automate sous le contrôle des instructions stockées dans la mémoire de programme. Les instructions sont amenées l'une après l'autre dans le registre d'instruction. Elles sont décodées et, en fonction des opérations qu'elles indiquent, l'unité de commande engendre la séquence d'ordres nécessaires à leur exécution.

Ces ordres consistent, en fait, à positionner les différents sélecteurs. L'exécution séquentielle et cyclique des instructions du programme est figurée par la présence d'un contacteur rotatif. Dès que l'exécution d'une instruction est terminée.

L'unité de commande donne l'ordre au contacteur rotatif d'avancer d'un pas, afin de sélectionner l'instruction suivante et ainsi de suite, indéfiniment. On peut déjà, à ce stade, pressentir tout l'intérêt de la logique programmée par rapport à la logique câblée :

– le matériel est complètement banalisé ; la spécialisation à chaque application particulière, se fait au niveau logiciel c'est-à-dire au niveau du programme enregistré dans la mémoire. Il en résulte une extrême souplesse pour la mise en œuvre et les modifications du système, et une simplification appréciable de sa maintenance.[7].

II.2 Structure interne des automates programmables :

la structure interne de l'automate programmable ci-dessous :

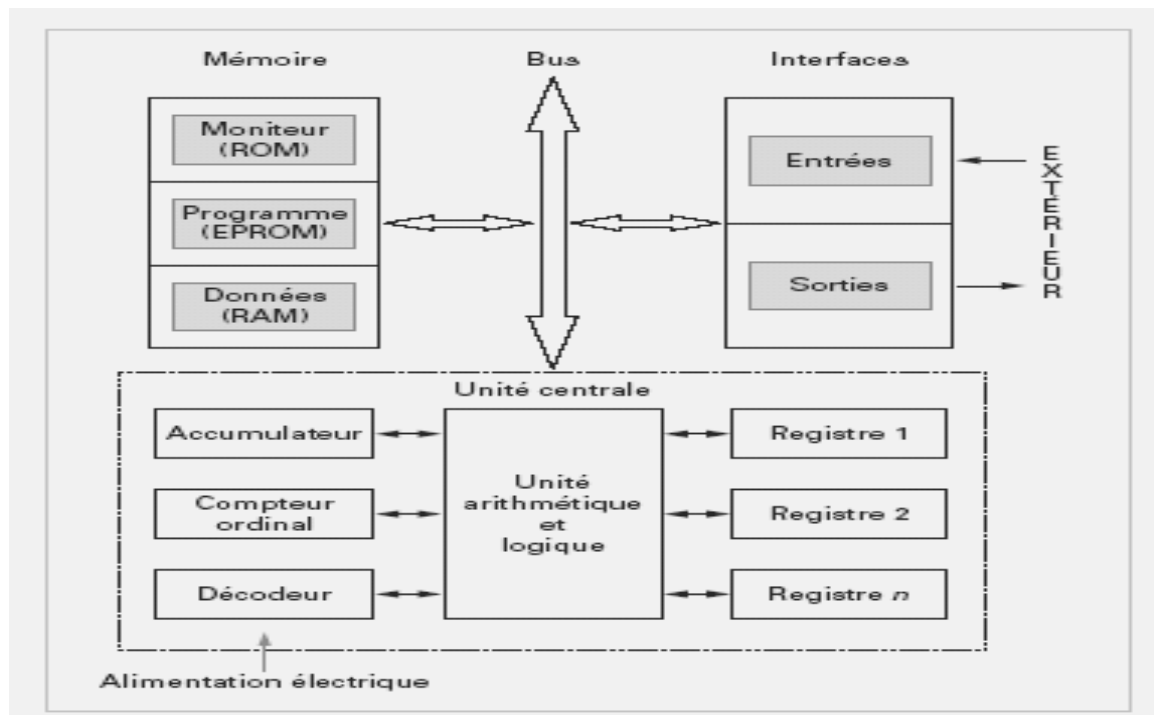


Figure II-2 : STRUCTURE INTERNE D'UN API

Détaillons successivement chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma.

II.2.1 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 domaines et processeurs partiels plus petits, liés les uns aux autres.

II.2.2 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.[8]

II.2.3 Les interfaces et les cartes d'Entrées / Sorties :

L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées et sorties varie suivant le type d'automate. Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110 ou 230V continu ou alternatif ...).[6]

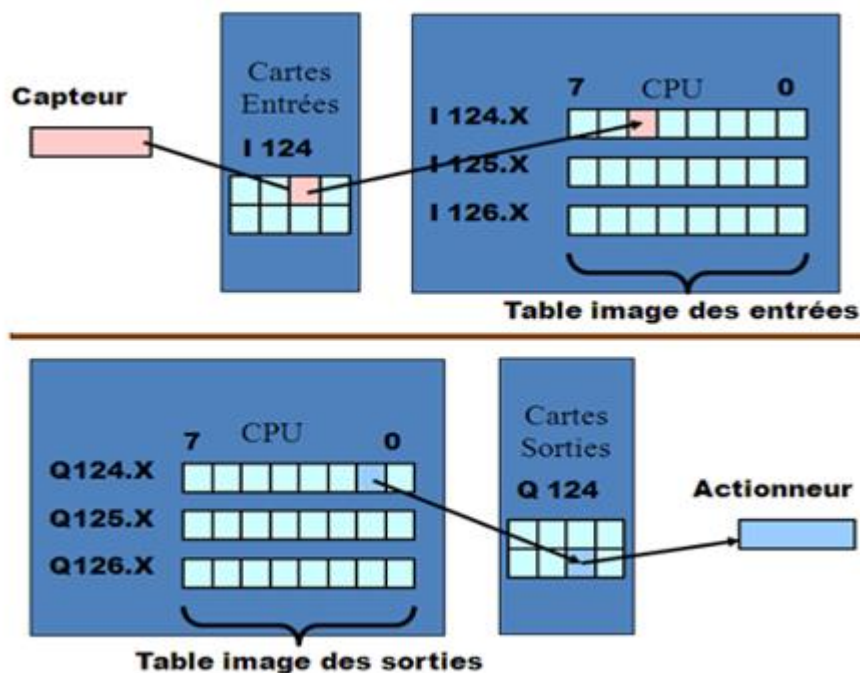


Figure II- 3 : Les interfaces d'entrées/sorties

Cartes d'entrées :

Elles sont destinées à recevoir l'information en provenance des capteurs et adapter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.[6]

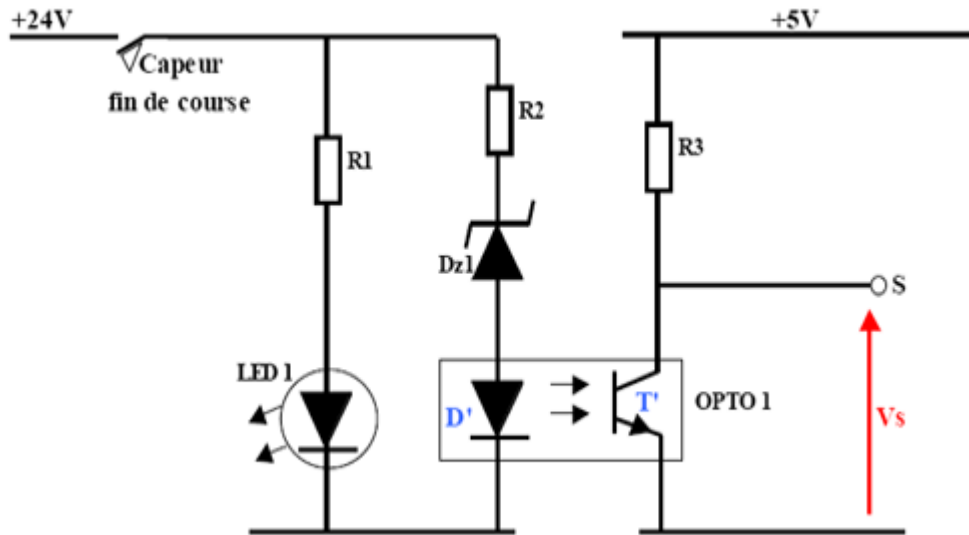


Figure II- 3 : Exemple d'une carte d'entrées d'un API.

Cartes de sorties :

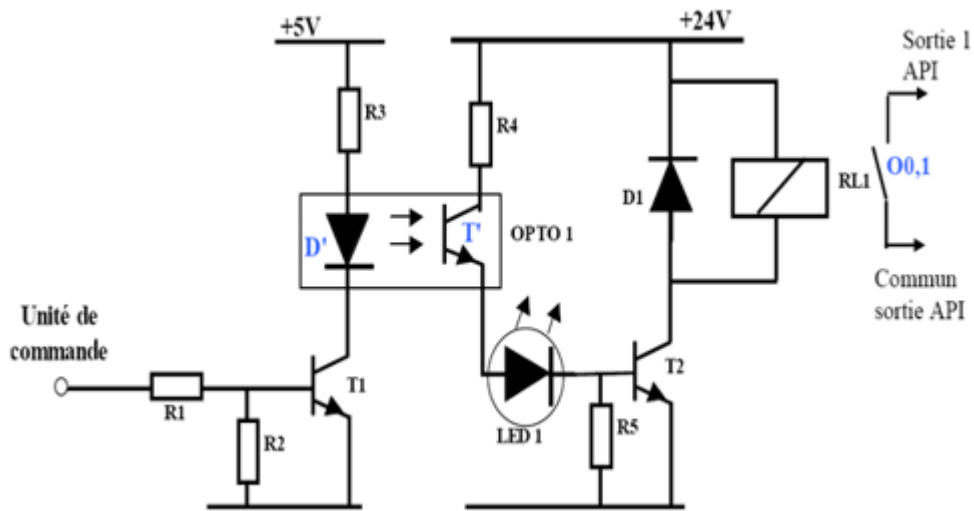


Figure II- 4 : Exemple d'une carte de sortie d'un API.

Elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et éléments des signalisations du système et adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières.

-Exemple de cartes :

- **Cartes de comptage rapide** : elles permettent d'acquérir des informations de fréquences élevées incompatibles avec le temps de traitement de l'automate.
- **Cartes de commande d'axe** : Elles permettent d'assurer le positionnement avec précision d'élément mécanique selon un ou plusieurs axes. La carte permet par exemple de piloter un servomoteur et de recevoir les informations de positionnement par un codeur
- **Cartes d'entrées / sorties analogiques** : Elles permettent de réaliser l'acquisition d'un signal analogique et sa conversion numérique (CAN) indispensable pour assurer un traitement par le microprocesseur 20mA.

- **Cartes de régulation PID**
- **Cartes de pesage**
- **Cartes de communication** (RS485, Ethernet ...)
- **Cartes d'entrées / sorties déportées**

II.2.4 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.

II.2.5 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.).

II.2.6 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. [8].

II.3 L'automate S7-300 :

La gamme de produits CPU S7-300 offre un large choix en termes de configuration d'automate possible avec ses 7 CPU standards et ses 7 CPU compactes.

La gamme intègre des entrées et des sorties TOR, des compteurs rapides, des entrées et des sorties analogiques en fonction des références.

Les Unités Centrales sont disponible à partir d'une largeur de seulement 40 mm

II.3.1 Vue d'ensemble SIMATIC S7-300:

La famille S7-300 est constituée d'automates programmables de conception modulaire utilisés pour des automatismes de gamme, et peuvent être connectés entre eux au moyen d'un câble-bus PROFIBUS. Un automate S7-300 consiste en une CPU, un module d'alimentation PS, un module de signaux FM, un module de signaux SM et un processeur de communication. [9]

II.3.2 Caractéristiques de l'automate S7-300

_ Possède 24 sortes de CPU standards : avec interface Ethernet/PROFINET intégrée.

_ CPU compactes avec fonctions technologiques et périphérie intégrées.

_ Modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions et du diagnostic.[14]

II.3.3 Présentation des modules de l' automate S7-300 :

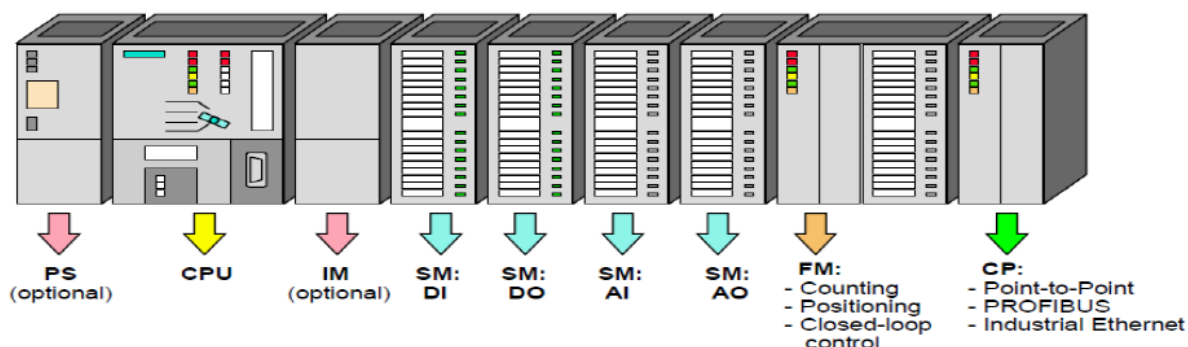


Figure II- 5 : Module S7-300

Modules d'alimentation (PS 307) :

Le module d'alimentation convertit la tension secteur 120V/230 V en tension de 24VCC nécessaire pour l'alimentation de l'automate.

– Modules de signaux (SM) :

Modules ETOR : 24V=, 120/230V

Module STOR : 24V=, Relais.

Module EANA : tension, courant.

Module SANA : tension, courant

-Coupleurs(IM) :

Les coupleurs IM360/IM365 ou IM365 permettent de réaliser des configurations à plusieurs châssis. Le bus est relié en boucle entre les différents châssis.

– Module de réservation (DM) :

Le module de réservation DM 370 occupe un emplacement pour un module de signaux non paramètre. Cet emplacement est donc réservé, par exemple pour le montage ultérieur d'un coupleur.

– Modules de fonction (FM) :

Les modules de fonction offrent des fonctions spéciales :

-comptage.

-Positionnement.

-régulation.

-Modules de communication (CP) :

Les modules de communication permettent d'établir des liaisons :

Point `a-point.

PROFIBUS.

II.4 Description du logiciel STEP7 :

Step 7 permet l'accès "de base" aux automates Siemens. Il permet de programmer individuellement un automate (en différents langages). Il prend également en compte le réseau, ce qui permet d'accéder à tout automate du réseau (pour le programmer), et éventuellement aux automates de s'envoyer des messages entre eux. Mais il ne permet pas de faire participer les ordinateurs à l'automatisme (possible sous PCS7).[10]

II.4.1 Gestionnaire de projets SIMATIC Manager :

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

Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 il gère Toutes les données relatives à un projet d'automatisation, quel que soit le système cible sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre

automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.[8]

II.4.2 Le programme :

Le programme sera placé dans l'automate (->programme->blocs). Le "programme principal" s'appelle obligatoirement OB1 (OB= Bloc d'Organisation, contient un bout de programme, on pourrait aussi appeler cela un sous-programme). On double clique sur OB1 pour entrer le programme. Il faut avant tout choisir son langage préféré (dans "affichage" s'il ne le propose pas automatiquement) : CONT (langage à contacts), LIST (langage textuel), ou LOG (portes logiques). D'autres langages (optionnels) existent, les trois qui me semblent les plus intéressants sont SCL (langage proche du Pascal, permettant des algorithmes et calculs complexes), GRAPH (proche du Grafcet), HiGRAPH (proche des réseaux de Petri).

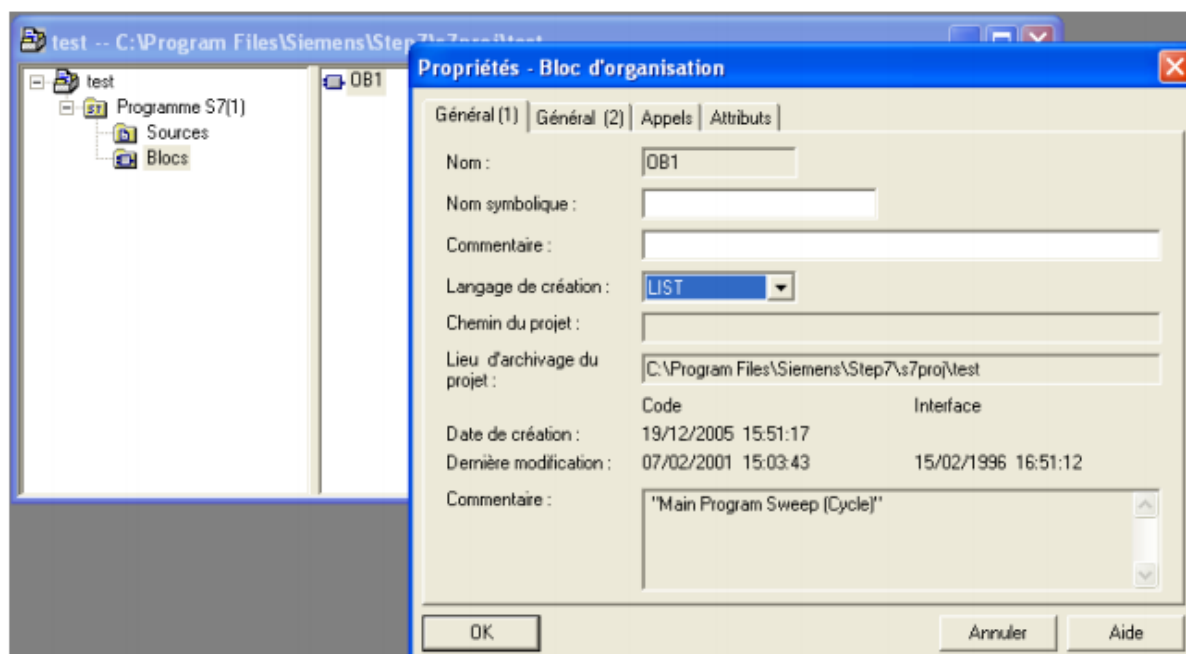


Figure II- 6 : Bloc d'organisation

II.4.3 Les langages de programmation :

La programmation STEP 7 est une programmation structurée dans des blocs qui sont les blocs d'organisation, les fonctions, les blocs fonctionnels, les blocs de données. L'écriture des programmes est possible sous plusieurs langages qui sont : le langage à contact (**CONT**), le logigramme (**LOG**), le langage en liste d'instructions (**LIST**), le grafcet (**graph S7**), le langage structuré (**SCL**).

II.4.3.1 Langage de programmation LIST (liste d'instructions)

Le langage de programmation LIST (liste d'instructions) est un langage textuel proche du langage machine.

Exemple :

Réseau 1 :

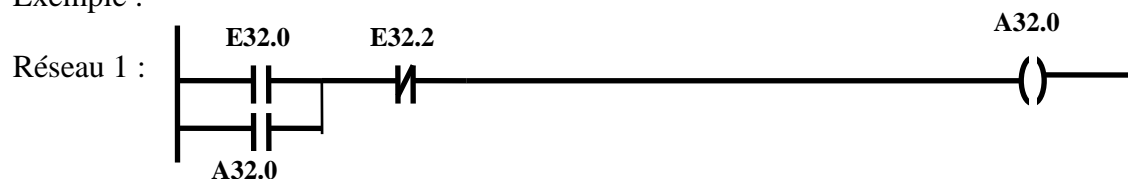
```
U(  
O " Marche" // Bouton-poussoir "Marche"  
O " Bobine" // Bobine de maintien  
)
```

Langage de programmation CONT (schéma à contacts)

Dans le langage de programmation graphique CONT, la représentation est fondée sur des schémas à relais. Les éléments d'un tel schéma, comme par exemple les contacts à ouverture ou les contacts à fermeture sont reliés pour former des réseaux. Un ou plusieurs de ces réseaux forment la section d'instructions complète d'un bloc de code.

Le langage de programmation CONT fait partie du logiciel de base STEP 7.

Exemple :



Dans le langage CONT, on peut créer le programme en utilisant un éditeur incrémental.

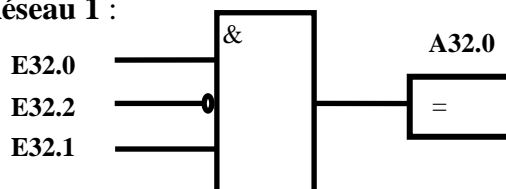
Langage de programmation LOG (logigramme)

Le langage de programmation LOG utilise les pavés logiques bien connus dans l'algèbre booléenne pour la représentation logique. Il permet en outre de représenter des fonctions complexes, telles que les fonctions mathématiques en les mettant directement en liaison avec ces pavés logiques.

Le langage de programmation LOG fait partie du logiciel de base STEP 7.

Exemple :

Réseau 1 :



Dans le langage LOG, on peut créer le programme en utilisant un éditeur incrémental.

-Langage de programmation Graph S7 (commande séquentielle)

Le langage de programmation graphique optionnel Graph S7 permet de programmer des commandes séquentielles. Ceci implique la création d'une succession d'étapes, la détermination du contenu respectif de ces étapes, de même que des conditions de transfert (transitions). Pour déterminer le contenu des étapes, on peut utiliser un langage de programmation spécial (similaire à LIST), alors que pour déterminer les transitions, on peut utiliser une représentation sous forme de schéma à contacts ou de logigramme (langage de programmation CONT ou LOG restreint).

II.5 Le simulateur des programmes PLCSIM :

S7-PLCSIM est une application qui permet d'exécuter et de tester le programme de l'utilisateur élaboré dans un automate programmable et simulé dans l'ordinateur ou à travers une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée par

le logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire d'établir une liaison avec un matériel S7 quelconque (CPU ou modules de signaux). L'application S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser, modifier et surveiller les différents paramètres utilisés dans le programme, comme activer ou désactiver des entrées. En exécutant le programme dans la CPU, on a la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel STEP7, par exemple, la table des variables afin d'y visualiser et forcer d'autres variables de prendre d'autres valeurs. On a aussi la possibilité de remédier à d'éventuelles erreurs.[9]

II.6 WinCC flexible :

Le WinCC flexible offre, pour les applications au niveau machine (couvert jusqu'à présent par la famille ProTool), un considérable gain d'efficacité dans la configuration ainsi que des concepts d'automatisation innovateurs.

Dans les secteurs proches du processus, de la construction d'installations et de machines ainsi que de la construction de machines de série, SIMATIC WinCC flexible 2005 SP1 permet en outre :

- D'améliorer la productivité (efficacité de la configuration) lors de la création de projets IHM
- De réaliser des concepts d'IHM et d'automatisation innovants dans le cadre de réseaux TCP/IP et du Web
- D'accroître la disponibilité des machines et installations par de nouveaux concepts de maintenance
- D'accéder facilement, en toute sécurité aux données de processus à partir de n'importe quel endroit du globe

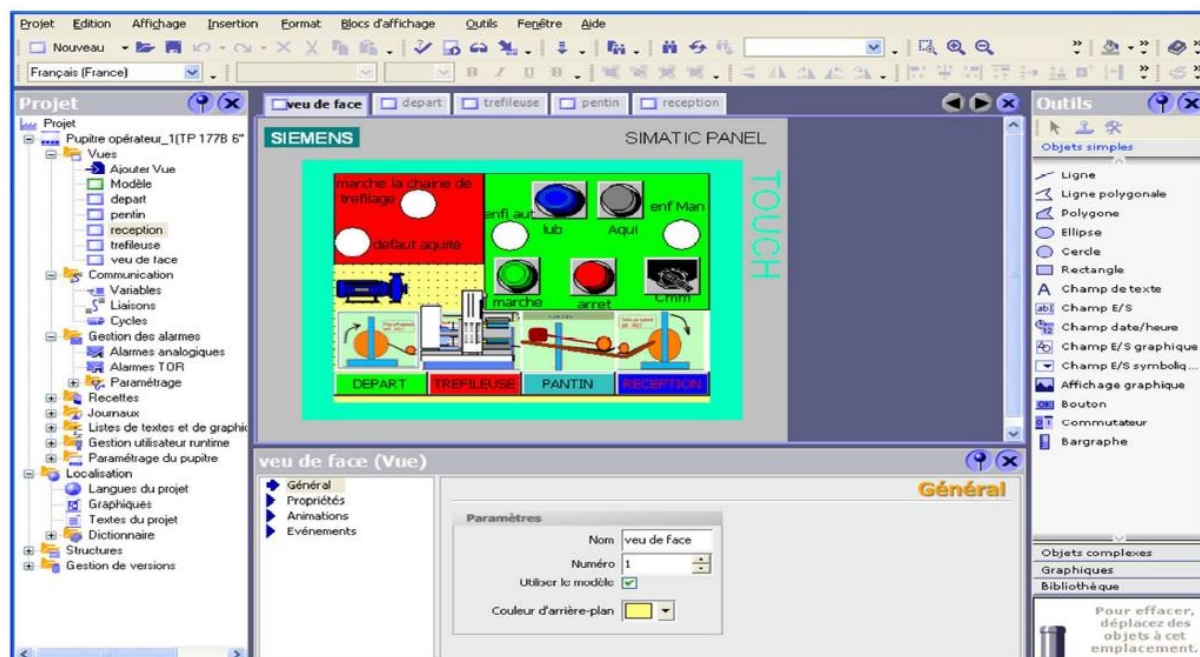


Figure II-7 : interface logicielle de Win CC

II.6.1 Caractéristiques techniques :

- Intégration dans les automates programmables
- Manipulation du projet
- Editeurs de tableau
- Gestion de données orientée objet avec possibilités d'édition et de recherche confortables
- Bibliothèques d'objets de configuration prédéfinis ou confectionnés par l'utilisateur
- Prise en charge linguistique
- Visual Basic Script Support
- Runtime
- Test et assistance à la mise en service
- Communication ouverte entre systèmes HMI et systèmes de niveau supérieur

Avantage : [11]

- La cohérence du logiciel de configuration assure une réduction des coûts de formation, de maintenance et d'entretien tout en étant une garantie d'évolutivité du produit

- Minimisation des coûts d'ingénierie grâce au TIA (Totally Integrated Automation)
- Outils intelligents pour une configuration simple et efficace.
- Prise en charge exhaustive de configurations multilingues pour une mise en œuvre globale
- Rapport performances/prix optimisé grâce à des fonctionnalités système personnalisables
- Fonctionnalité de runtime flexible grâce à des scripts Visual Basic
- Des concepts de maintenance innovateurs avec commande à distance, le diagnostic, l'administration via intranet/Internet et la communication par courrier électronique améliorent la disponibilité
- Prise en charge de solutions d'automatisation distribuées simples sur la base de réseaux TCP/IP au niveau machine

II.6.2 Présentation du système WinCC flexible :

II.6.2.1 Eléments de WinCC flexible :

- WinCC flexible Engineering System

WinCC flexible Engineering System est le logiciel avec lequel nous réalisons toutes les tâches de configuration requise. 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.

- Option WinCC flexible

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

II.7 Intégration de WinCC flexible à STEP7

Lors de la configuration intégrée, on a accès aux données de configuration qu'on a créée lors de la configuration de l'automate avec STEP 7. Et les avantages sont les suivants [12] :

- ❖ On a utilisé 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.

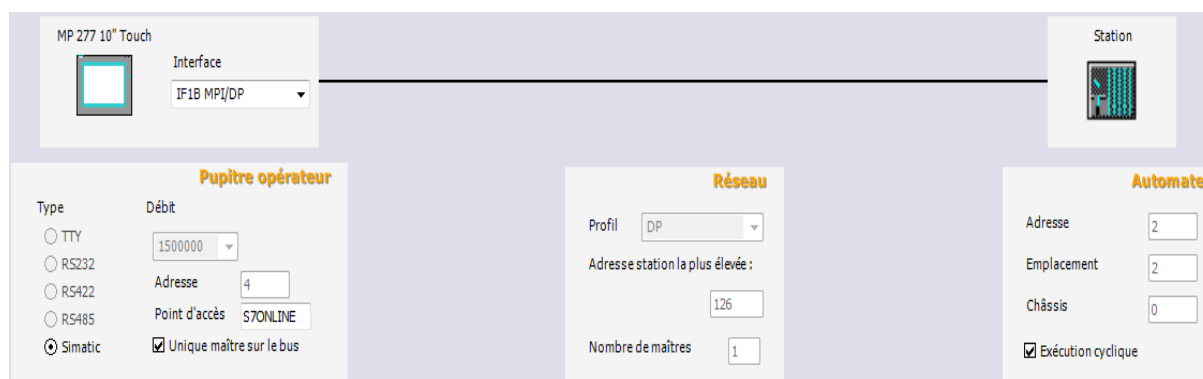


Figure II- 8 : Paramètres de connexion

- ❖ Lors de la configuration de variables et de pointeurs de zone, on a accédé sous WinCC flexible directement aux mnémoniques de STEP 7. Sélectionner simplement sous WinCC flexible le mnémonique STEP 7 auquel on a affecté une variable.
Les modifications de mnémonique sous STEP 7 sont mises à jour sous WinCC flexible.
- ❖ Il a suffit de définir les mnémoniques une seule fois sous STEP 7 pour pouvoir les utiliser sous STEP 7 et sous WinCC flexible.
- ❖ Les alarmes configurées sous STEP 7 sont prises en charge sous WinCC flexible et peuvent être affichées sur le pupitre opérateur.
- ❖ On a créé 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 multi projet STEP 7, on a configuré des liaisons de communication sur plusieurs projets.

II. Conclusion

Dans ce chapitre on a focalisé notre étude sur les automates en générale en mettant en avant ses caractéristiques techniques pour une meilleure exploitation pendant sa programmation et nous avons donné une présentation sur logiciel de programmation des automates SIEMENS et le logiciel de la supervision le WINCC.

Dans le prochain chapitre nous allons parler de la partie engineering de ce projet.

CHAPITRE III :

Description et

l'application du

systeme

III. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter la partie engineering de notre projet. Ce chapitre est organisé en deux grandes parties. Dans la première partie nous allons décrire le système du traitement eau huileuses et dans la deuxième partie Nous allons exposer le fonctionnement et comment on a stocké le brut et l'eau avec un système automatisé avec tous ses détails.

III.1 Système du traitement eaux huileuses :

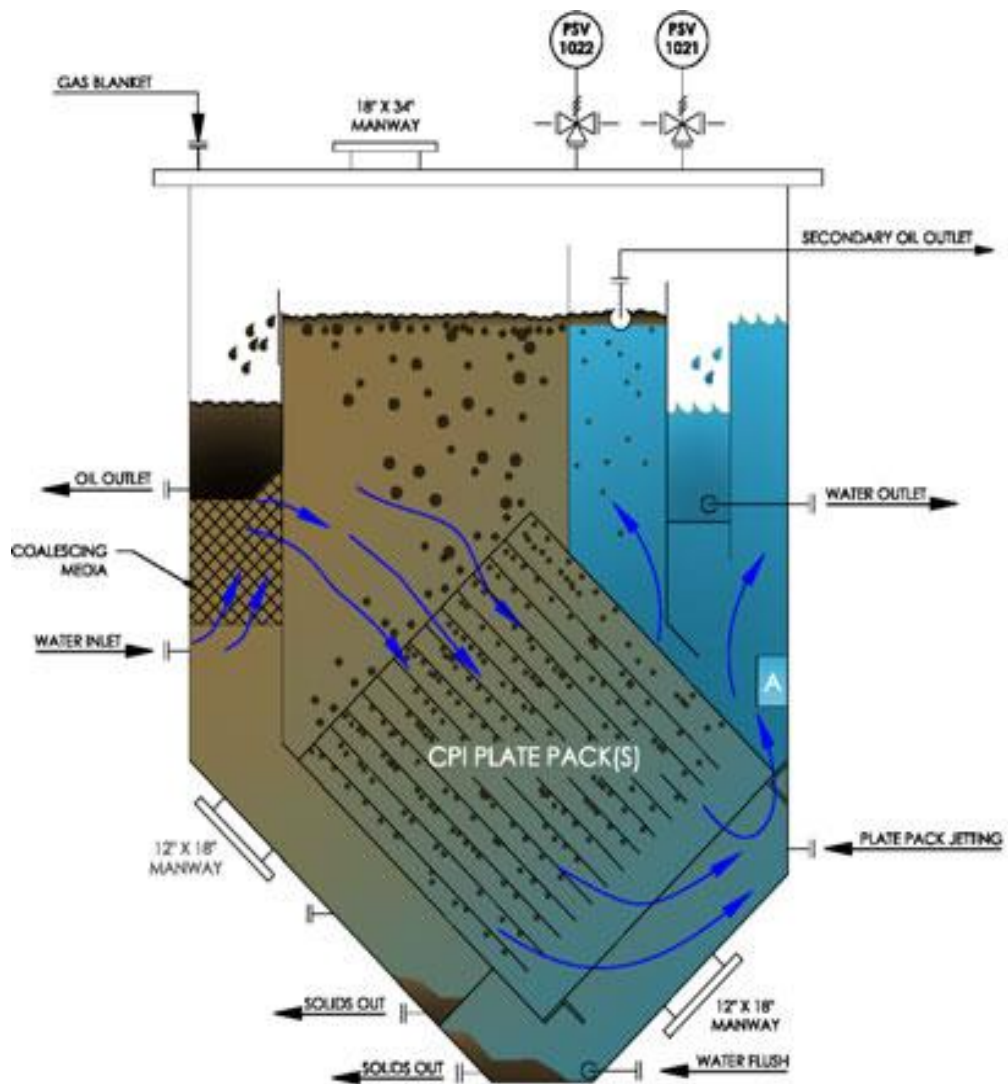


Figure III-1 : Système CPI

L'eau à traiter doit être envoyée par gravité de la fosse de relevage au package pour éviter la formation d'émulsions dues à l'action des pompes ou par des pompes apte à ne pas émulsionner l'huile.

L'eau contaminée est donc transférée au système CPI de séparation.

L'huile est séparée par différence de poids spécifique : cette séparation est favorisée par l'action des plans coalescentes disposés entre les connexions bridées. L'huile est éliminé par le «skimmer» et déchargé dans le réservoir pour être transféré ou recyclé (Bassin BRUT).

L'eau est donc envoyée à la deuxième chambre et déchargée dans la fosse d'évaporation par l'action d'un déversoir réglable en hauteur (Bassin EAU)
Les boues générées pour la sédimentation des solides suspendus peuvent être déchargées par une vanne manuelle.

Séparateur CPI (Corrugated Plate Interceptor)

Un autre perfectionnement des séparateurs à plaques est obtenu en utilisant des plaques ondulées qui peuvent être métalliques ou en matières plastiques.

Les ondulations permettent de rassembler plus efficacement les gouttelettes pour mieux les coalescer.



Figure III-2 : Corrugated plate interceptor

III.2 Le système automatisé :

III.2.1 les équipements utilisés dans le système :

III.2.1.1 Détection de niveau :

Par un détecteur de niveau (Level switch).

Par un transmetteur de niveau (Radar) :

Le capteur de niveau à technologie radar peut être mis en place pour effectuer une mesure de niveau, puis convertis en un signal exemple 4-20mA.

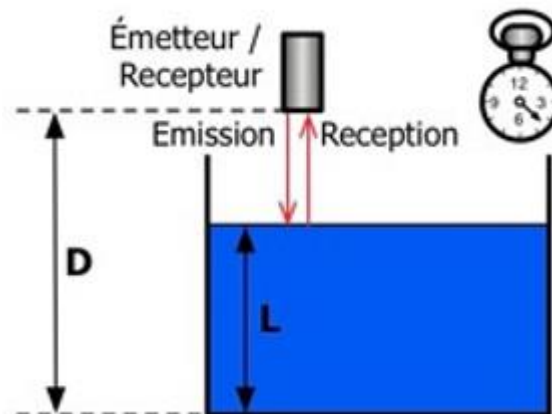


Figure III-2 : fonctionnement de capteur

III.2.1.2 Les MOV (vanne motorisées) :

Les vannes motorisées sont gérées par un master station ROTORK qui assure la commande d'ouverture et de fermeture des vannes et transmet leurs états à l'automate maître Delta V.



Figure III-3 : Vanne motorisée

III.2.1.3 Les pompes :

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un fluide.



Figure III-4 : Pompes

III.2.1.4 Puits collecte eaux déshuilées :

Le puit collecte eaux traitées est constitué par un bassin rectangulaire en acier au carbon avec un volume utile minime de 2 m³ réalisé adjacent au séparateur CPI.

III.2.1.5 Puits collecte huiles :

Le puit collecte huiles est constitué par un bassin rectangulaire en acier au carbon avec un volume utile minime de 1 m³ réalisé adjacent au séparateur CPI.

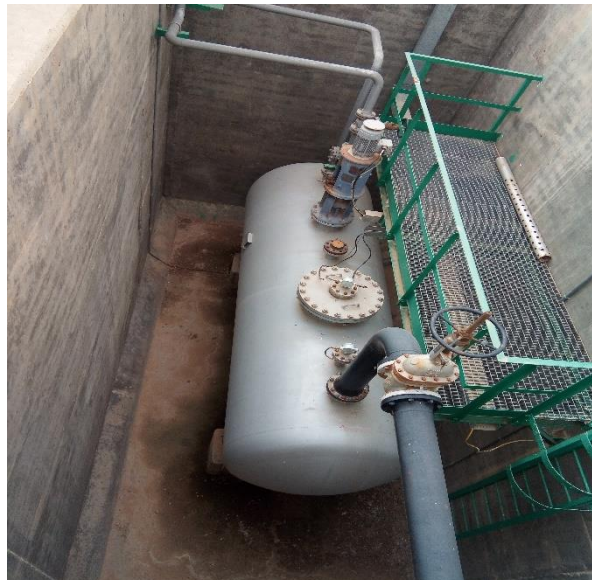
III.2.1.6 Citerne de la purge :

Figure III-5 : Citerne de la purge

III.2.1.7 Stockage du BRUT :[13]

Les réservoirs, généralement de forme cylindrique, sont de deux types :

- Les réservoirs à toit fixe, utilisés pour le stockage d'huile non stabilisée (c'est-à-dire de pétrole comportant encore des hydrocarbures volatils pouvant dégazer). Il existe deux types de toits fixes, les toits de formes coniques et les toits en forme de dôme.
- Les réservoirs à toit flottant (simple pont ou double ponts), utilisés pour le stockage d'huile stabilisée (ne présentant pas de risque de dégazage). Le toit flotte sur le produit stocké et fait étanchéité avec la robe du réservoir au moyen d'un joint. Le toit peut être interne ou **externe**.



Figure III-6 : Les bacs

Cahier des charges et l'organigramme :

Notre problématique est d'automatiser le système de transfère de l'eau et le brut. dans ce système chaque ligne fonctionne seul. Pour réaliser ce processus, On doit assurer les tâches suivantes :

Cahier des charges :

Pour démarrer le système nous assurons que toutes les conditions de démarrage est en état normale et a un Bouton d'urgence vrais, absence d'une panne (électrique ou mécanique), Tous les moteurs prêts, le bassin d'eau et le bassin du brut sont au niveau bas et aussi pour les deux bac et la citerne de la purge.

1- Au début la vanne motorisée est ouverte pour Contrôler le flux d'eau-huileuses pour le remplissage de l'unité de traitement d'eau-huileuses pour remplir à certain volume.

2-l'eau et le brut doit être séparé, en utilisant le séparateur CPI (corrugated plate interceptor),,

3- l'huile est séparée par différence de poids spécifique et l'eau à traité doit être envoyée par gravité.

-le Brut doit être envoyée au bassin de brut et l'eau transféré par gravité au bassin d'eau.

-Commande des pompes :

-Fonctionnement en mode manuel :

- En appuyant sur le bouton marche, la pompe démarre.

- En appuyant sur le bouton arrêt, la pompe s'arrête.

-Fonctionnement en mode automatique :

Après le remplissage du brut et l'eau le radar fait la détection de niveau dans chaque bassin si le niveau bas (LSL eau ou LSL Brut) la pompe reste en mode arrêt sinon pour le niveau haut (LSH eau ou LSH brut) la pompe démarre mais il y a un cas si le niveau Jusqu'à la limite (LSHH Brut ou LSHH Eau) le système doit arrêter le remplissage automatiquement et fermer la vanne motorisée (Arrêt d'urgence) après le démarrage des deux pompes automatiquement le niveau doit être diminué au LSL les pompe arrêtées et on attend pour (LSH) le démarrage des pompes une autre fois.

Le brut doit être envoyé à la citerne de la purge après la détection de niveau (LSH Brut) dans la citerne une autre pompe transfère le brut au Bac 2Y1.

III.3.3 Grafcet :

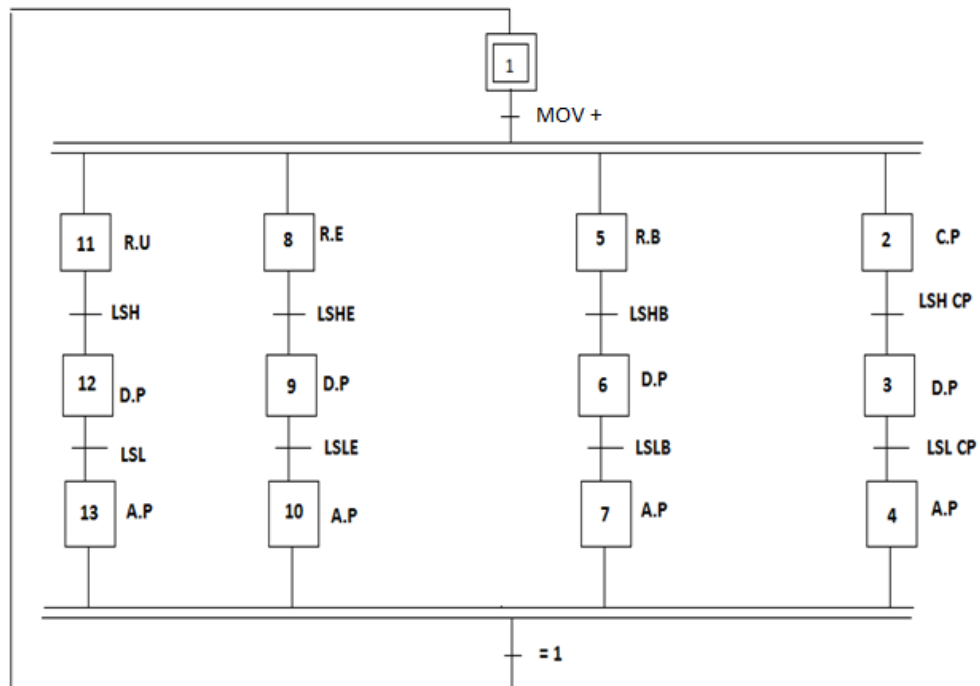


Figure III-7 : Grafcet

R. B= Remplissage de brut.

LSH=Level Switch High.

R. E=Remplissage d'eau.

LSL=Level Switch Low.

R. U=Remplissage Unité.

C.P=citerne de la purge.

D.P=Démarrage de pompe.

A. P=Arrêt de pompe.

MOV+ = vanne motorisé

III.3.4 Plan P&ID :

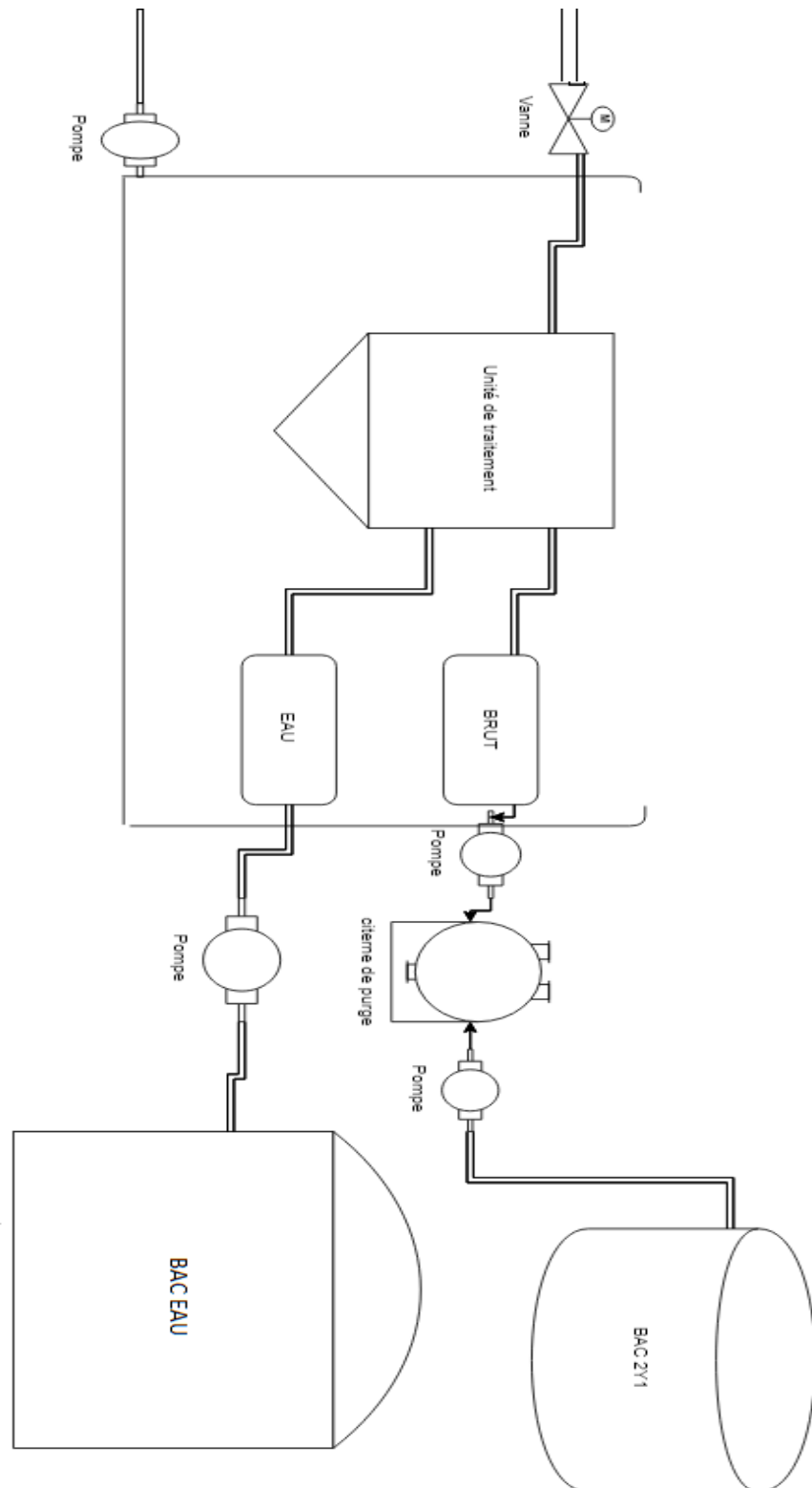


Figure III-8 : PlanP&ID

III.4 Stratégie pour la conception d'une structure programme complète et optimisée :

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- Création du projet SIMATIC STEP7
- Configuration matérielle HW Config

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

- Définition des mnémoniques Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.
- Création du programme utilisateur En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.
- Exploitation des données Création des données de références : Utiliser ces données de référence afin de faciliter le test et la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le "control commande".
- Test du programme et détection d'erreurs. Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs de variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.
- Chargement du programme dans le système cible Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels de système ciblent (module programmable de la solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.
- Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel La détermination des causes d'un défaut : dans le déroulement d'un programme utilisateur **.[15]**

III.5 SUPERVISION ET SIMULATION DE SYSTEME :

III.5.1 Configuration du matériel dans le projet proposé :

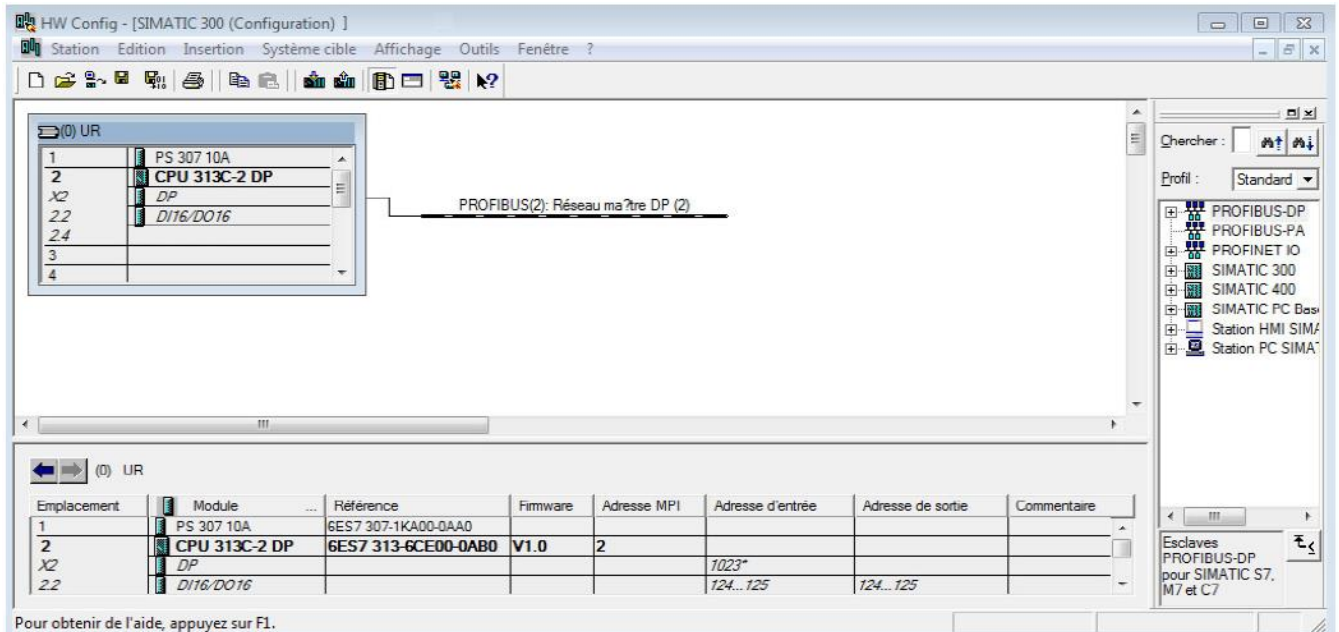


Figure III-9 : HW Config

Le matériel utilisé est imposé par l'installation existante.

- Insertion une station SIMATIC S7-300
- Interface ordinateur MPI
- Bloc d'alimentation : PS 307 10A
- CPU/ CPU 313C-2 DP.
- Entrée numériques/analogiques : DI24/DO16.

III.5.2 Élaboration du programme Step 7 :

Les programmes utilisateurs se composent des éléments suivants :

III.5.2.1 Blocs d'organisation (OB) :

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils gèrent le traitement de programme cyclique, ainsi que le comportement de démarrage de l'automatisme et le traitement des erreurs.

III.5.2.2 Blocs fonctionnels (FB) :

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui contiennent le programme proprement. Ils disposent d'un bloc de données associé, dans lequel sont mémorisées des données statiques, d'entrée et de sortie. Les FB conservent ainsi les valeurs traitées sur plusieurs cycles.

III.5.2.3 Fonctions (FC) :

Une FC ne possède pas d'espace mémoire. Les données locales d'une fonction sont perdues après le traitement de la fonction.

III.5.2.4 Blocs de données (DB) :

Les blocs de données sont des zones de données du programme DB contenant les données utilisateur. Ils peuvent être affectés à des blocs fonctionnels définis ou au projet complet. C'est le plus utilisé.

III.5.3 Simulations des programmes par S7-PLCSIM :

L'application S7-PLCSIM nous a permet de simuler le fonctionnement d'un automate programmable S7-300. Nous pouvons tester nos programmes de commande à partir de S7- PLCSIM sans besoin de faire la liaison au matériel S7-300. 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'API de simulation.[3]

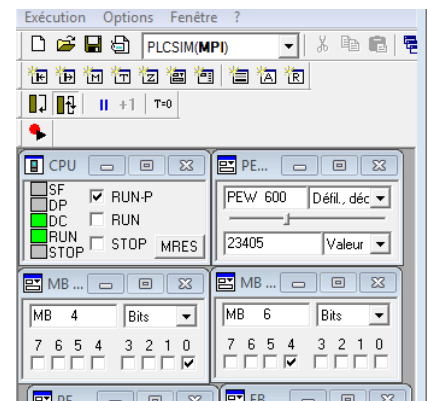


Figure III-10 : Simulation

III.5.4 La supervision :

Pour réaliser la supervision il faut d'abord crée un tableau de variables qu'on va commander avec les différents éléments existant sur les vues de la supervision.

III.5.4.1 Création de la table des variables :

La liaison entre projet Win CC l'automate est établie, alors on peut accéder à toutes les zones mémoires de l'automate.

- Mémoire entrées / sorties.

- Mémento.

- Bloc de données

. Les variables permettent de communiquer, c.-à-d. d'échanger les données entre les composants d'un processus automatisé entre un pc et un automate. Comme la figure suivante présente :

Nom	Nom d'affichage	Liaison	Type de données	Mnémonique	Adresse	Eléments du ta...	Cycle d'acqui...	Commenta...
arret N pompe A		Liaison_2	Bool	arret N pompe A	M 3.5	1	1 s	
Arret N pompe B		Liaison_2	Bool	Arret N pompe B	M 3.2	1	1 s	
Arret N Pompe C		Liaison_2	Bool	Arret N Pompe C	M 1.7	1	1 s	
arret urgence		Liaison_2	Bool	arret urgence	M 6.0	1	1 s	
Bp d URG winC...		Liaison_2	Bool	Bp d URG winCC1	I 5.6	1	1 s	
Bp M/A Pompe A		Liaison_2	Bool	Bp M/A Pompe A	I 0.7	1	1 s	
Bp M/A pompe B		Liaison_2	Bool	Bp M/A pompe B	I 2.5	1	1 s	
Bp M/A pu P.B		Liaison_2	Bool	Bp M/A pu P.B	I 3.1	1	1 s	
BP pompe U		Liaison_2	Bool	BP pompe U	I 4.7	1	1 s	
Bp Pu M/A po...		Liaison_2	Bool	Bp Pu M/A pome A	I 2.2	1	1 s	
BP pu pompe U		Liaison_2	Bool	BP pu pompe U	I 5.0	1	1 s	
BP pupitre M/A...		Liaison_2	Bool	BP pupitre M/A P.C	I 0.6	1	1 s	
BP URG		Liaison_2	Bool	BP URG	M 50.0	1	1 s	
bP WINCC		Liaison_2	Bool	bP WINCC	I 2.3	1	1 s	
BP Wincc p.B		Liaison_2	Bool	BP Wincc p.B	I 3.0	1	1 s	
Bp Wincc P.U		Liaison_2	Bool	Bp Wincc P.U	I 5.1	1	1 s	
LSH BAC EAU		Liaison_2	Bool	LSH BAC EAU	M 6.3	1	1 s	
LSH citerne		Liaison_2	Bool	LSH citerne	M 0.7	1	1 s	
LSH d eau		Liaison_2	Bool	LSH d eau	M 0.4	1	1 s	
LSH dans 2Y1		Liaison_2	Bool	LSH dans 2Y1	M 1.2	1	1 s	
LSH de brut		Liaison_2	Bool	LSH de brut	M 0.1	1	1 s	
LSH eau sur l uni		Liaison_2	Bool	LSH eau sur l uni	I 4.6	1	1 s	
LSHH brut da...		Liaison_2	Bool	LSHH brut dans 2Y1	M 1.1	1	1 s	
LSHH Citerne		Liaison_2	Bool	LSHH Citerne	M 0.6	1	1 s	
LSHH d eau		Liaison_2	Bool	LSHH d eau	M 0.3	1	1 s	
LSHH de Brut		Liaison_2	Bool	LSHH de Brut	M 0.0	1	1 s	

Figure III-11 : Tableau des variables

III.5.4.2 Vue Principale du système :

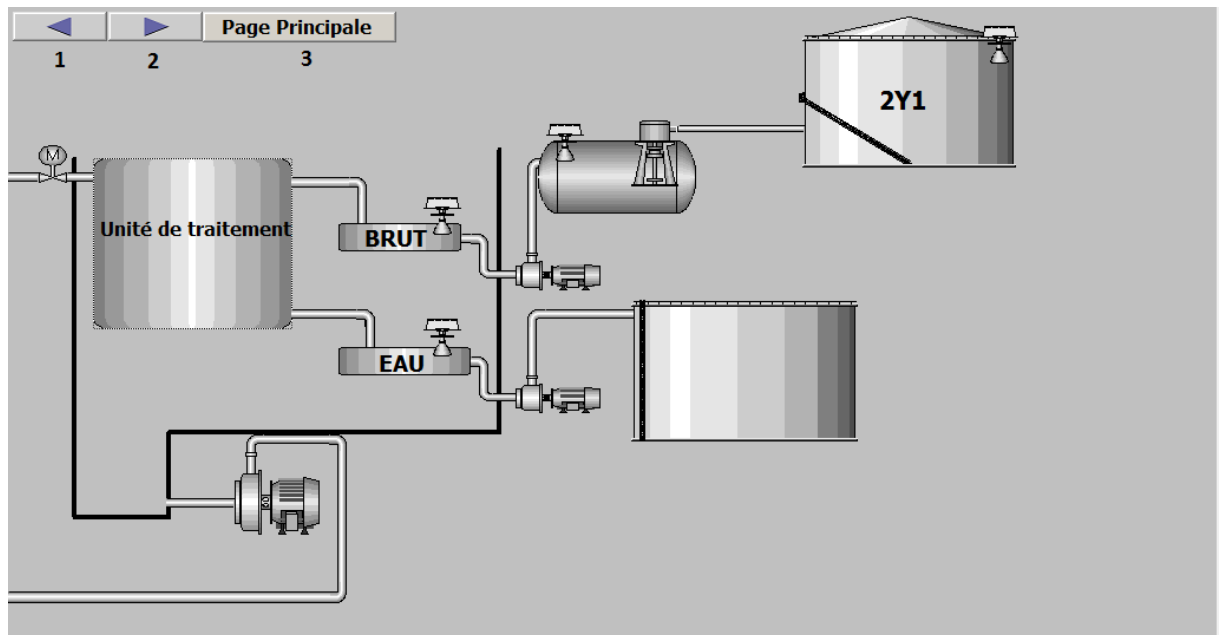


Figure III-12 : Vue Principale.

- 1-Pour accéder à la vue arrière.
- 2-Pour accéder à la vue suivante.
- 3-Page principale.

III.5.4.3 Réalisation de la supervision :

Vue pompes 201-B :

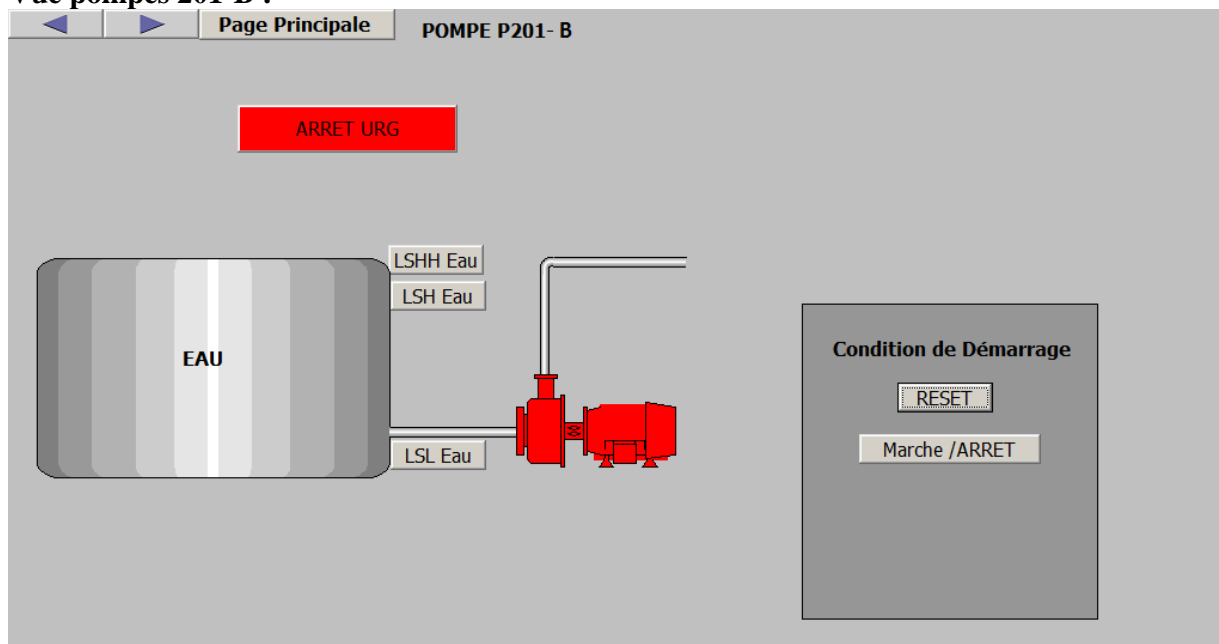


Figure III-13 : Vue pompe 201-B

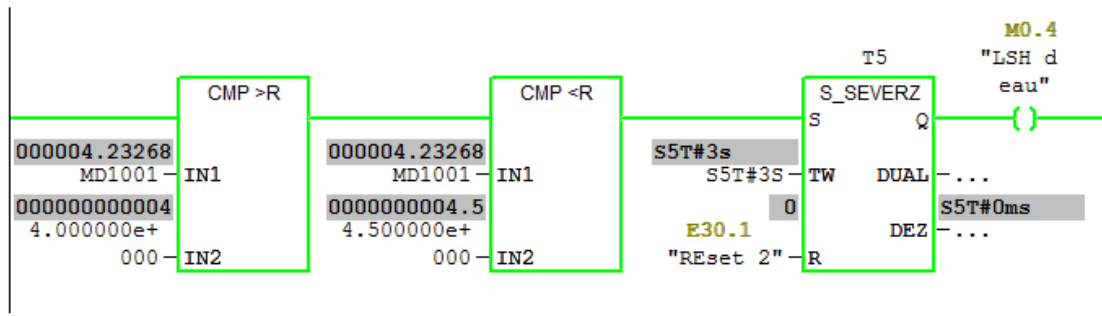
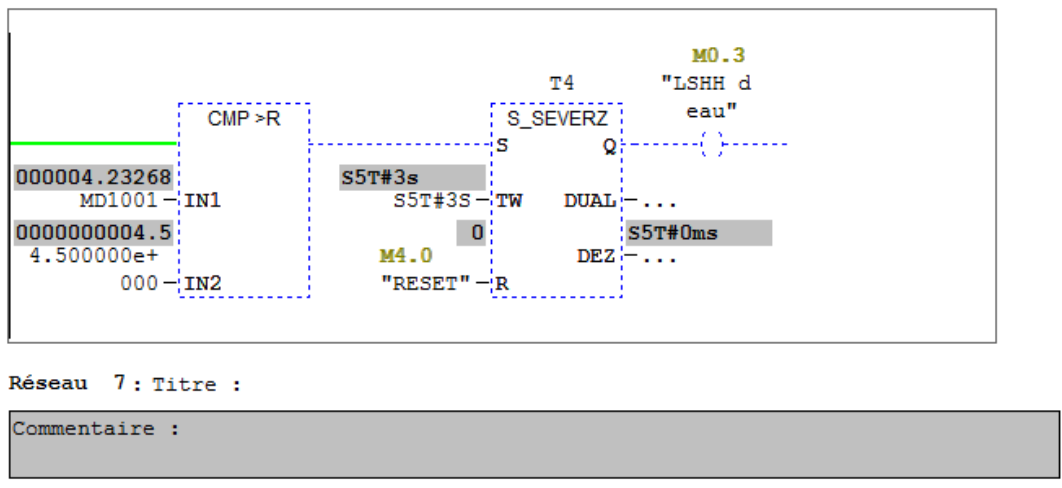


Figure III-14 : LSH eau

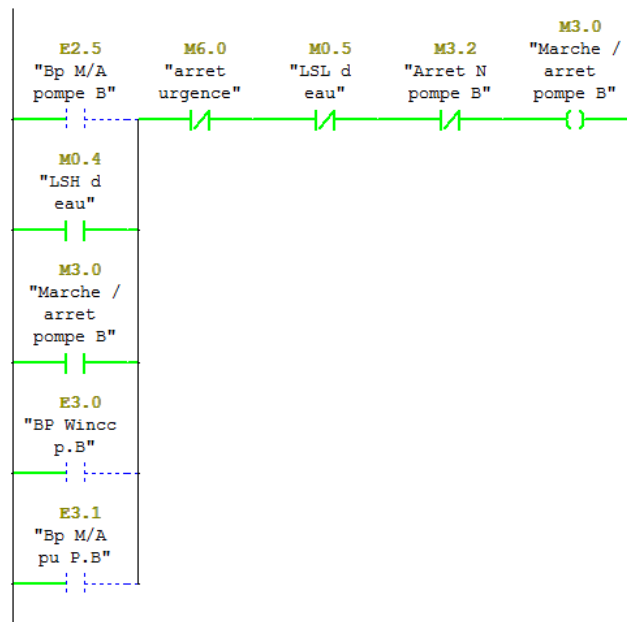


Figure III-15 : Marche Pompe B

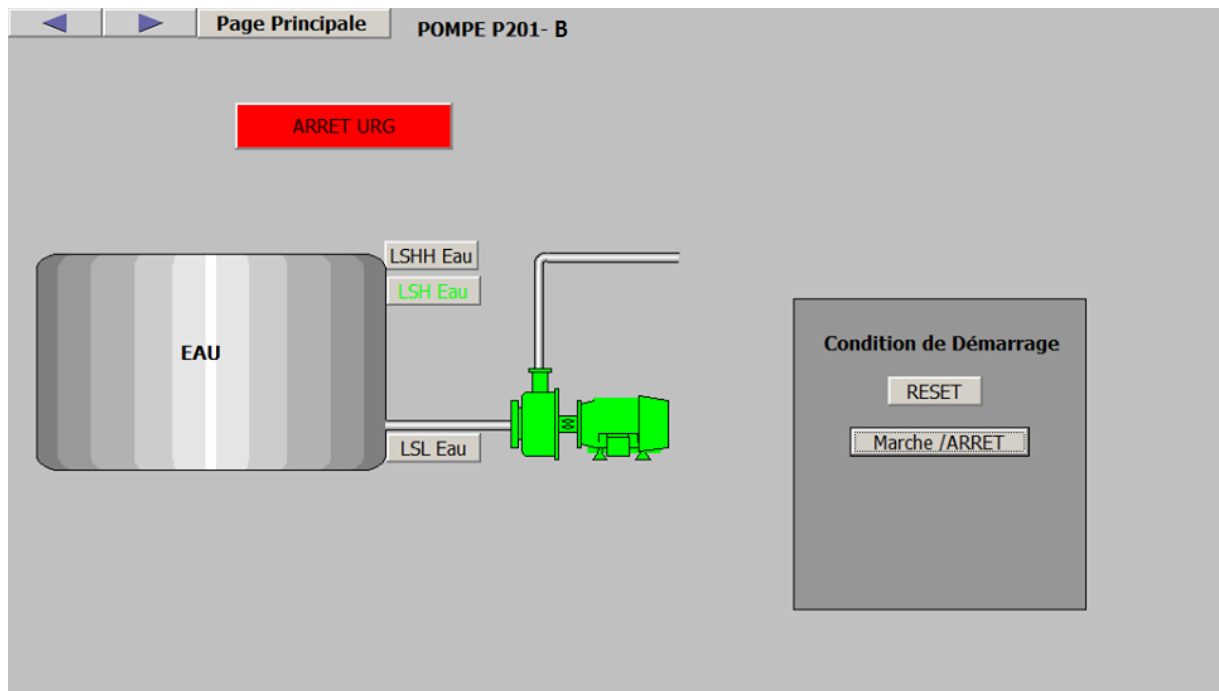


Figure III-16 : Marche P201-B

Réseau 8: Titre :

Commentaire :

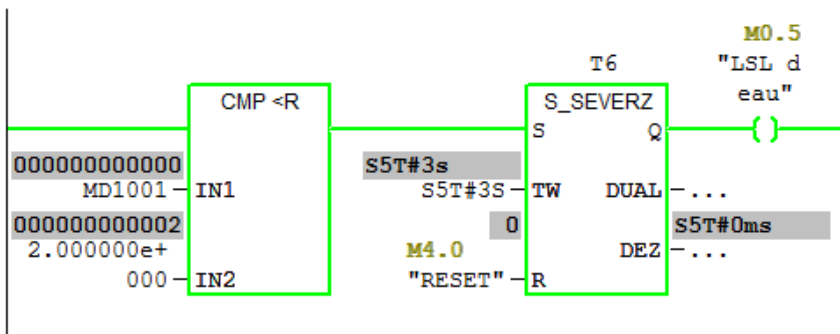


Figure III-17 : LSL eau

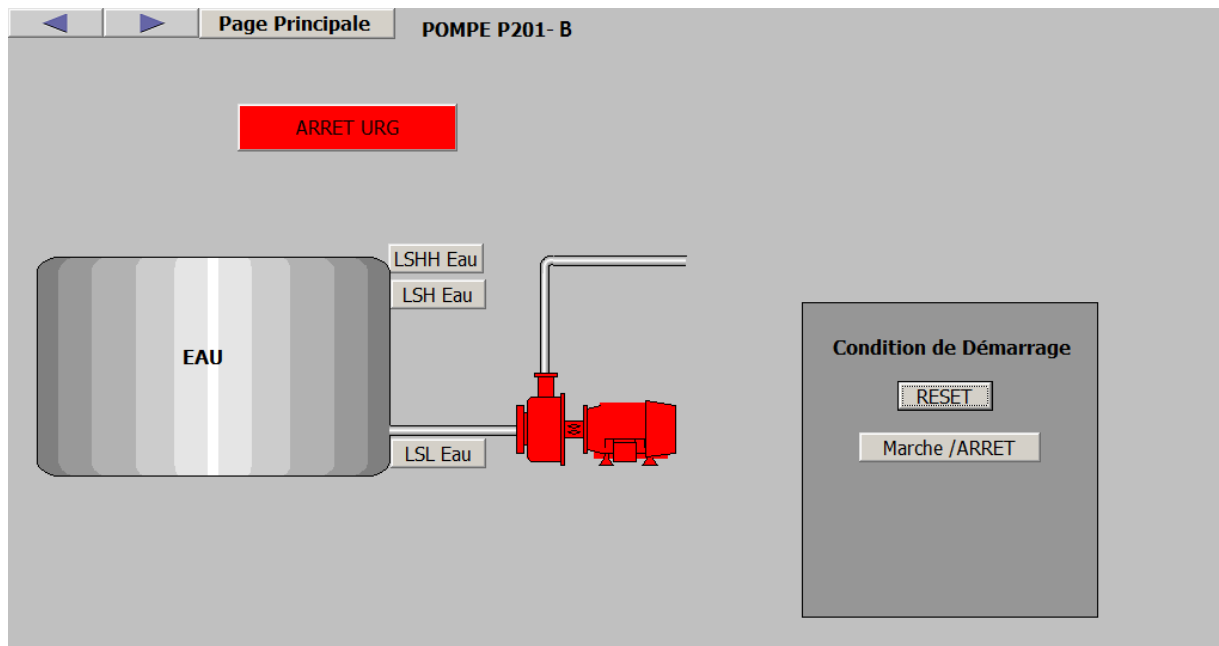
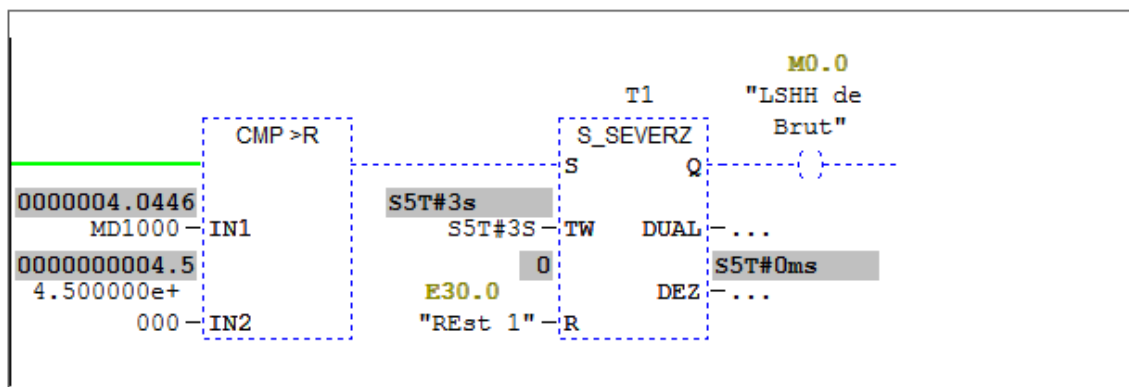


Figure III-18 : Arrêt de P201-B

Détection de niveau brut (LSH):



Réseau 3 : Titre :

Commentaire :

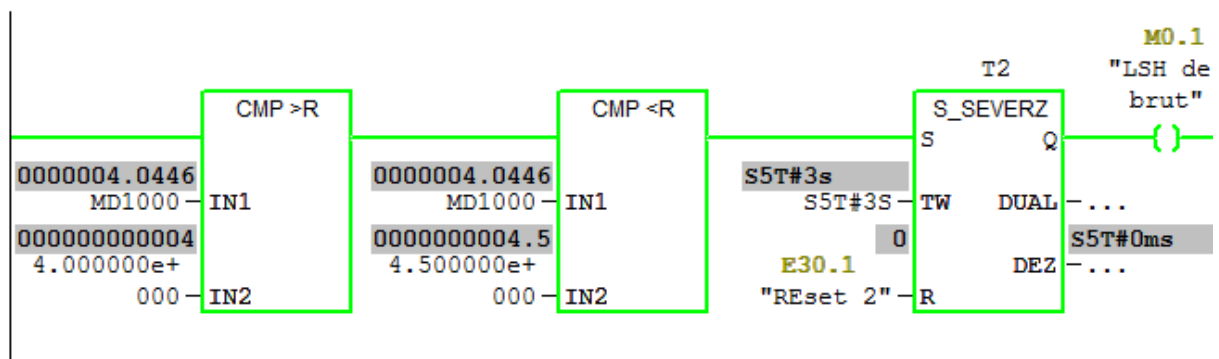


Figure III-19 : Niveau LSH brut

Démarrage de pompe P200-A :

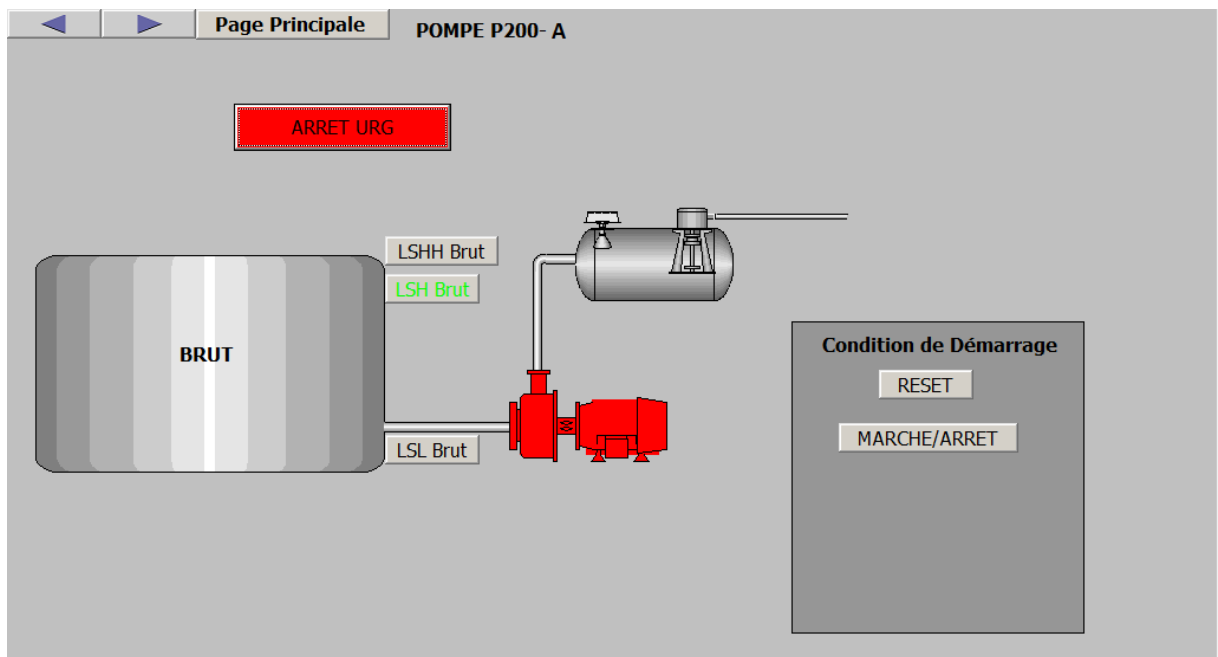


Figure III-20 : LSH Brut

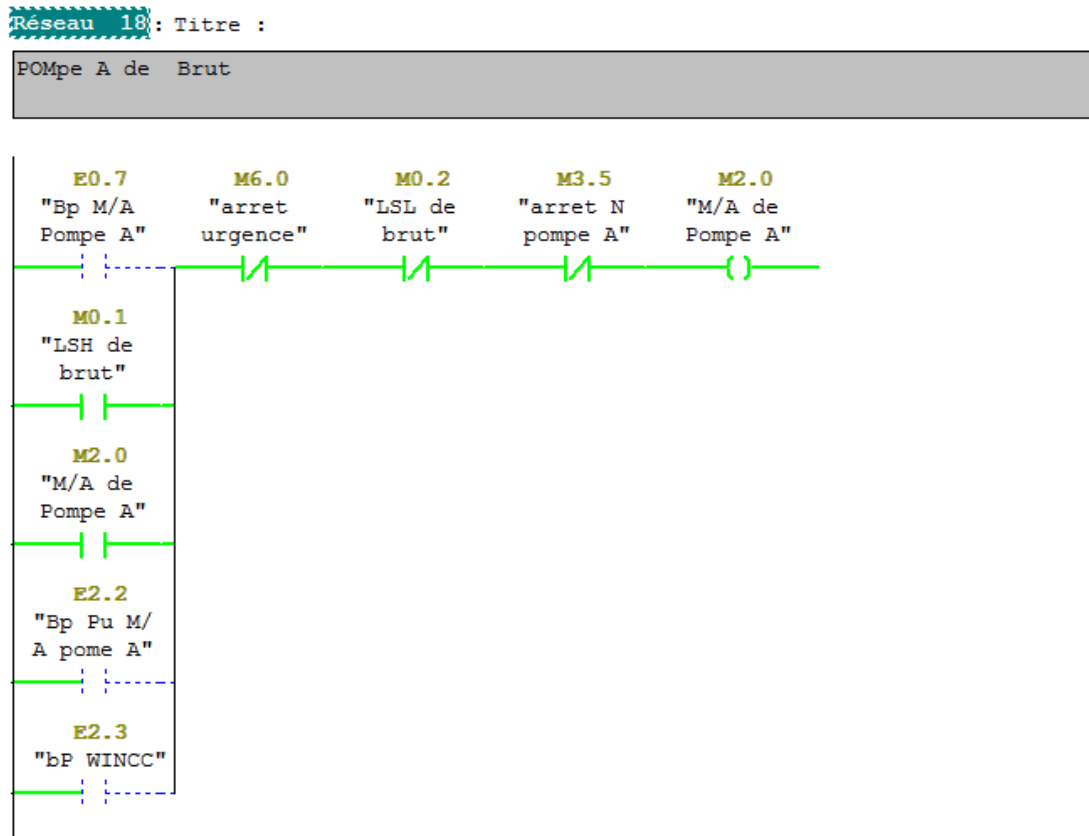


Figure III-21 : Les conditions pour démarrage

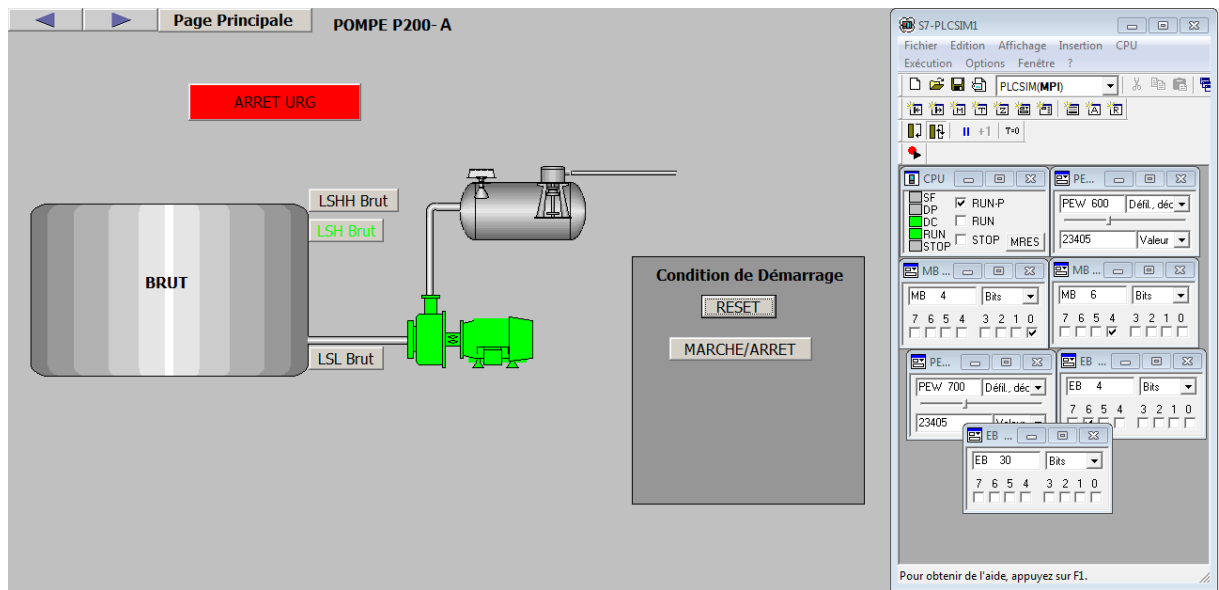


Figure III-22 : Marche P200-A

-Citerne de la purge :

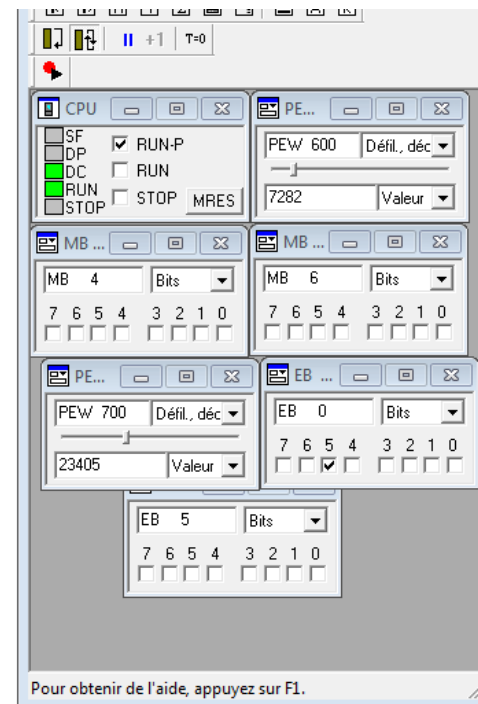
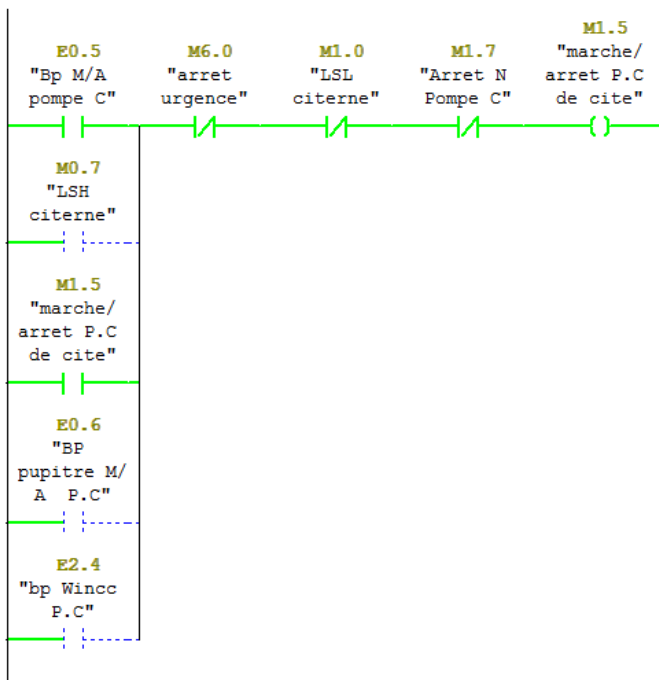


Figure III-23 : Simulation PICSIM

Vue Pompe C :

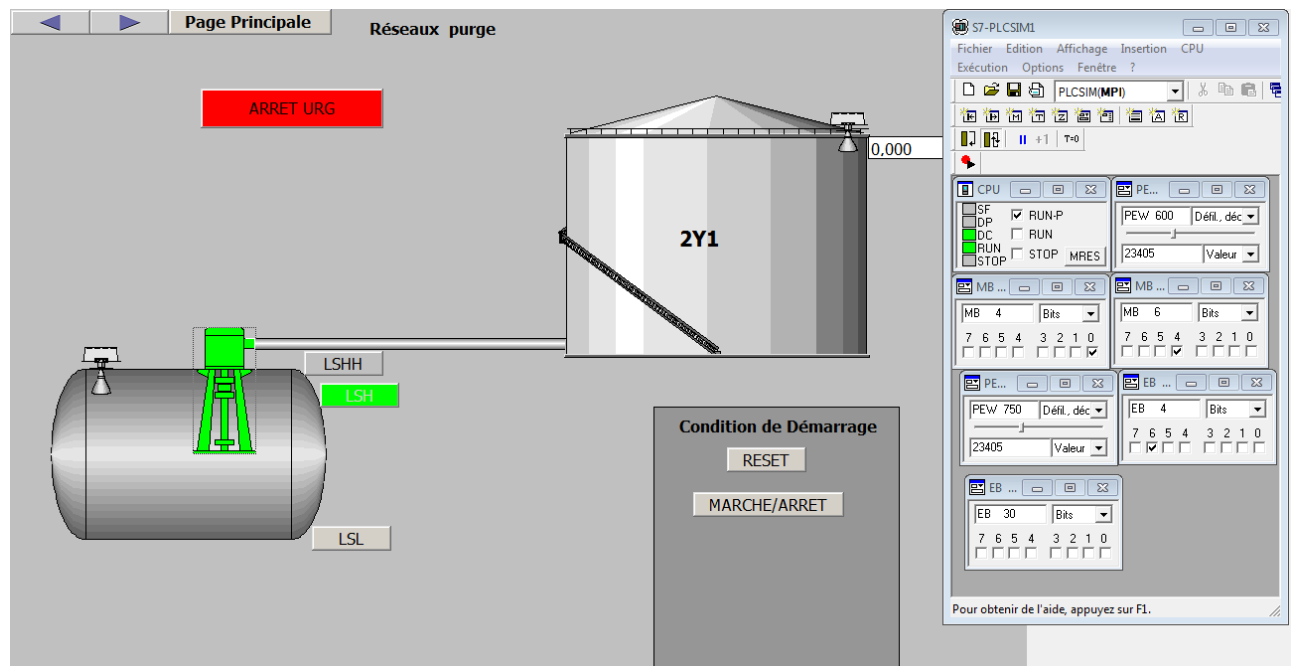


Figure III-24 : Pompe C marche

Arrêt d'urgence :

- 1- Appuyé sur le bouton poussoir

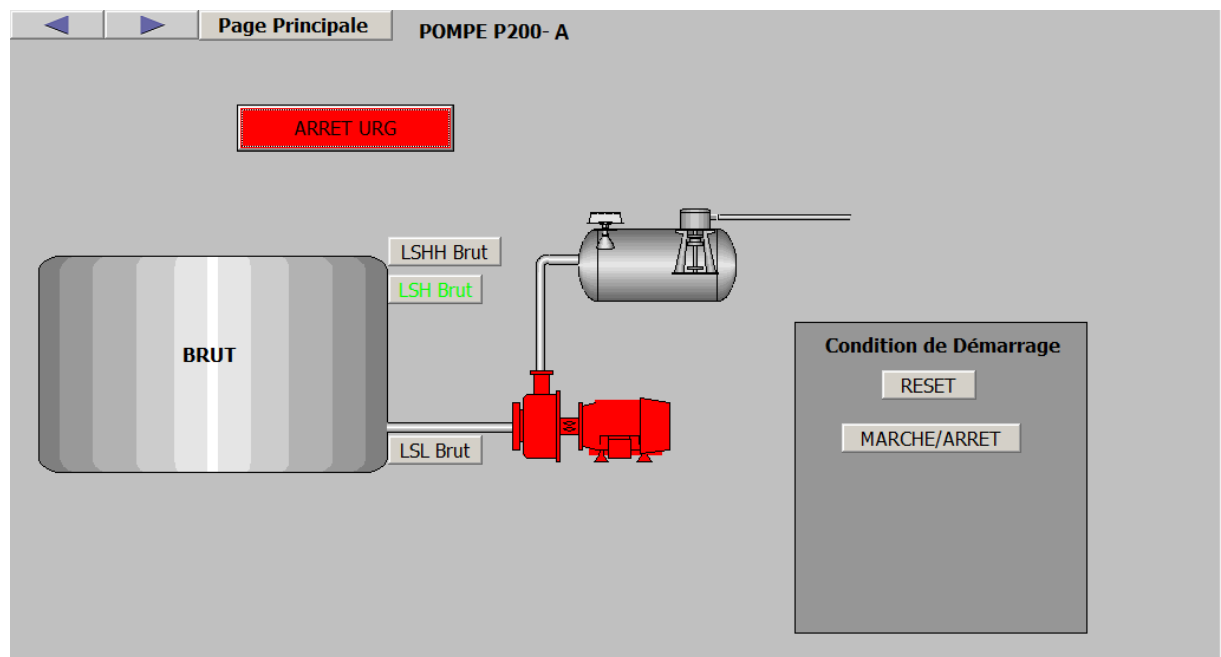


Figure III-25 : Arrêt d'urgence P200-A

-Arrêt d'urgence (LSHH) :

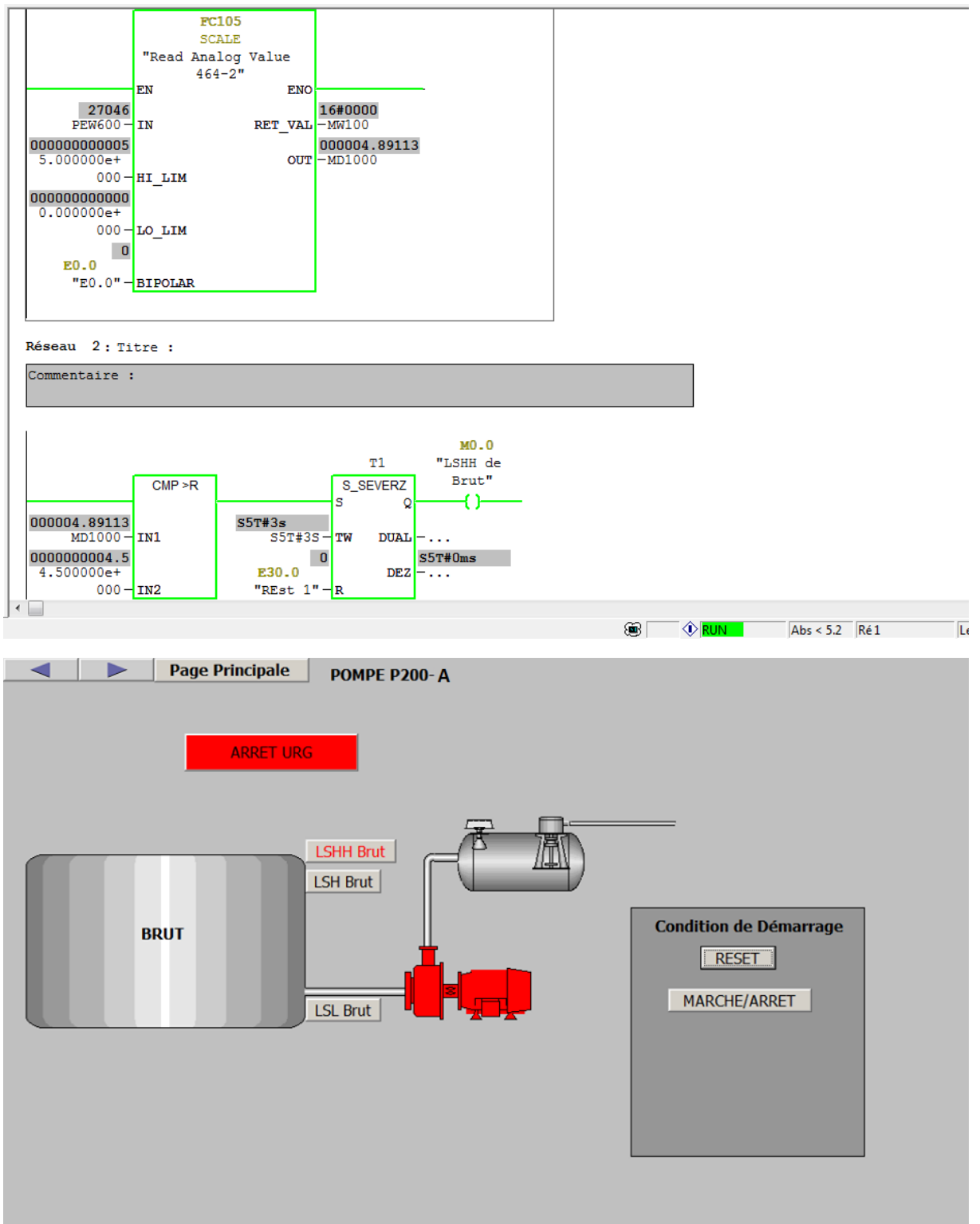


Figure III-26 : LSHH BRUT

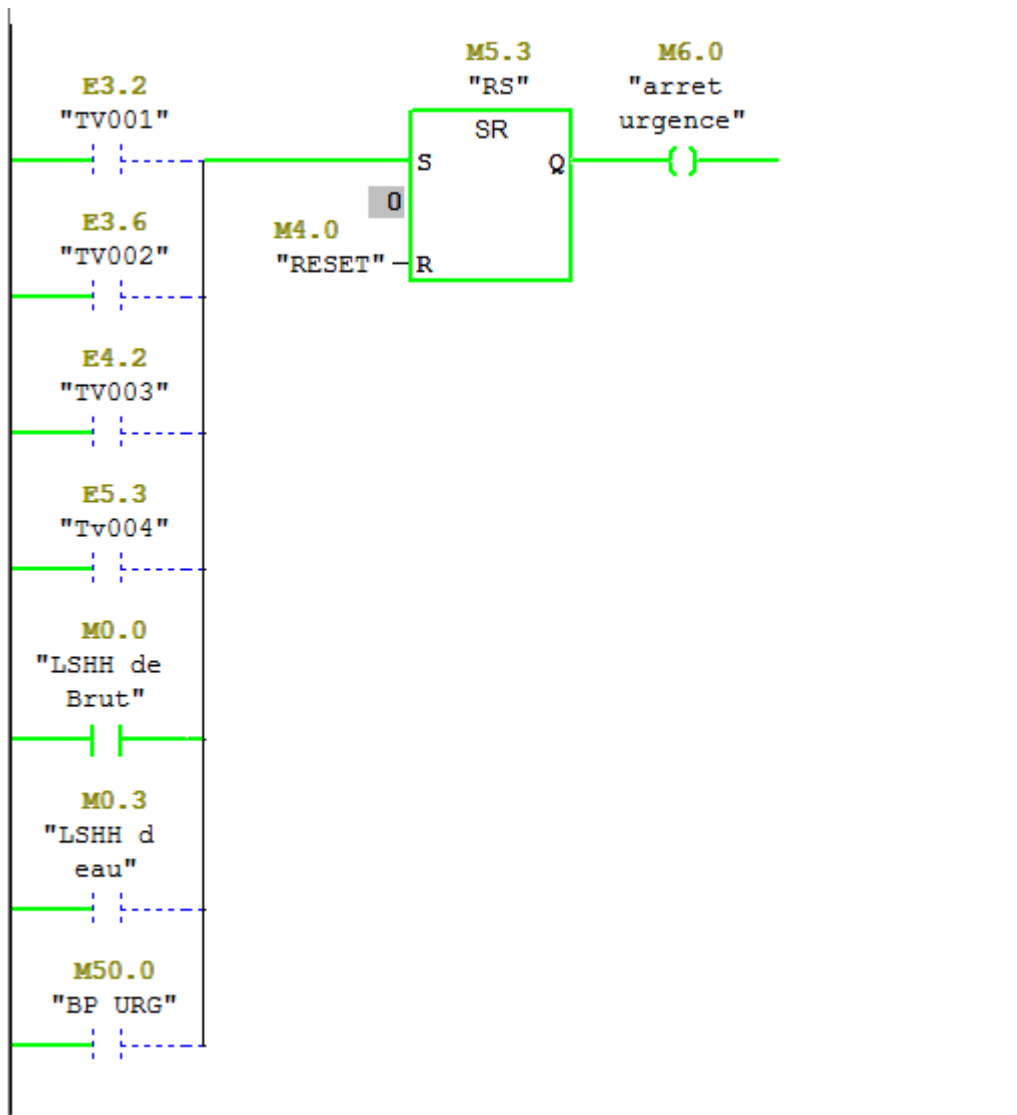


Figure III-27 : LSHH brut

Après l'arrêt d'urgence MOV doit être fermé automatiquement :

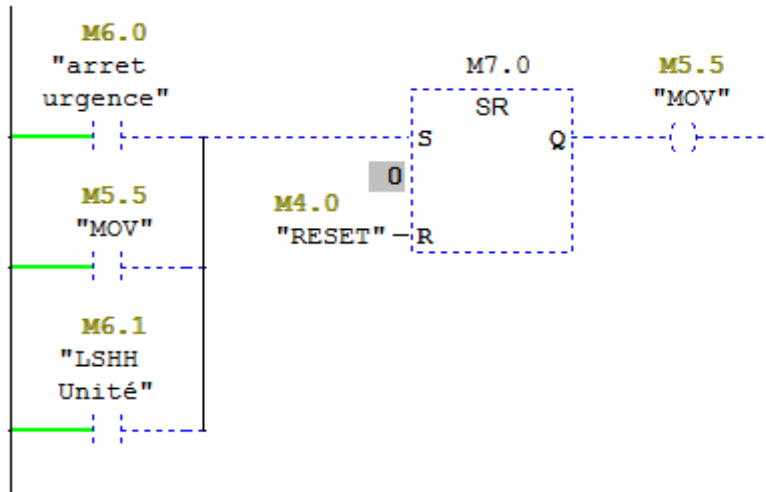


Figure III-28 : Arrêt d'urgence

Vue P202-U:

Démarrage de la pompe P202-U (LSH)

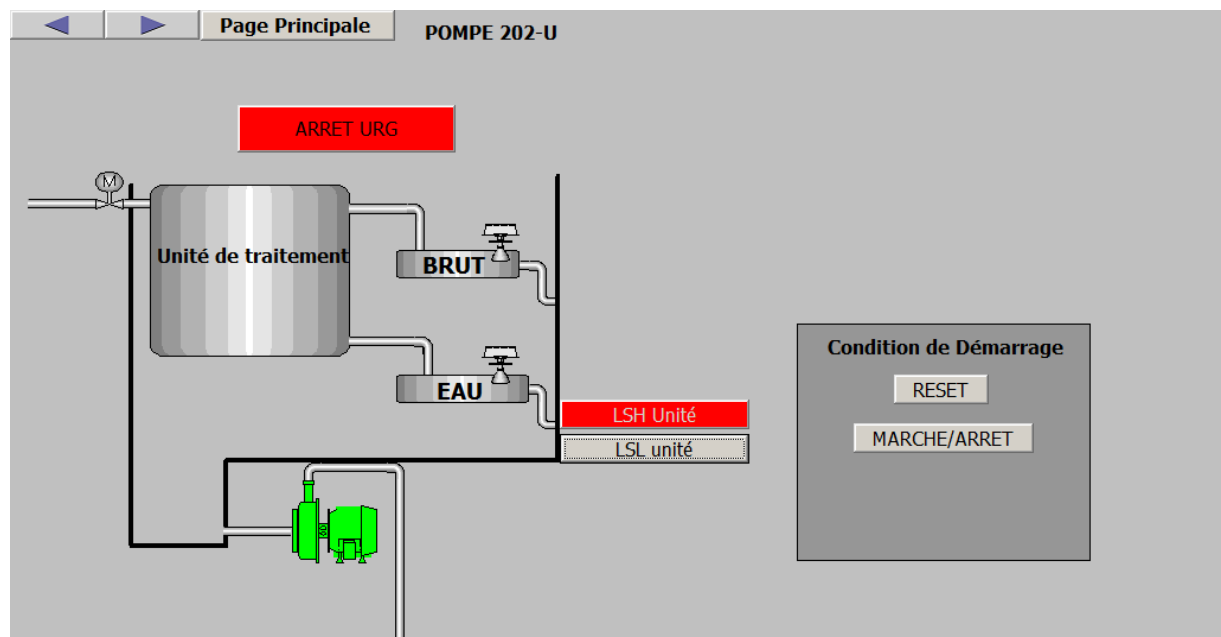


Figure III-29 : P202-U marche

Réseau 20 : Titre :

Pompe U dans l'unité de traitement

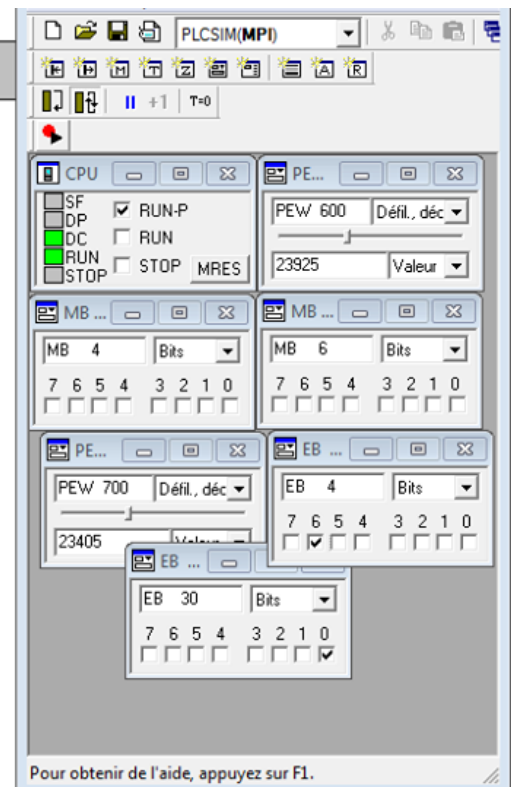
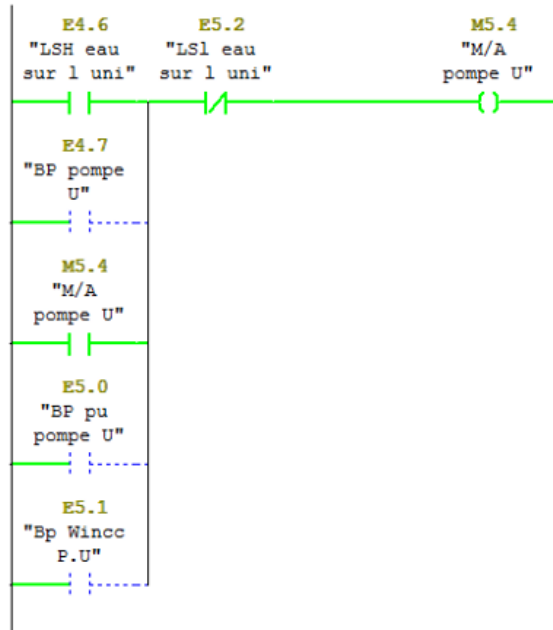


Figure III-30 : P202-U

III.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, Nous avons présenté le développement d'une application complète et intégré qui respecte le cahier des charges imposées initialement et nous avons présenté les étapes de la création de notre programme Step7 et sa réalisation, suivi par la création d'une Interface Homme Machine pour la simulation.

Et nous avons obtenu un système automatisé pour transférer le brut et l'eau .

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif principale de notre travail consiste à faire un système automatisé de la nouvelle unité de traitement d'eau huileuses pour séparer l'eau et le brut et transféré par les pompes à les deux Bac de stockage pour l'utilisation, par un langage de programmation sur Step 7 pour commander, contrôler par un automate programmable S7 – 300 et supervision par logiciel WinCC, Notre étude a été bien accomplie, nous avons obtenu des résultats satisfaisants.

Ce stage m'a permis d'avoir une vision globale sur le côté professionnelle et plus claire sur la station SP2 et son fonctionnement dans le transport du pétrole par canalisation, et de connaître les différents instruments et de me familiariser avec le matériel utilisé au niveau de la station SP2, et aussi dans le milieu industriel, la sécurité des personnes, environnement et équipements si la plus important pour les entreprises.

J'ai pu approfondir mes connaissances sur les automates et en particulier Siemens, et aussi j'ai découvert comment réaliser un programme à l'aide du logiciel de programmation STEP 7, et crée Interface Human/machine, Finalement vu une idée sur les systèmes de protection ESD (Emergency Shut Down) et Système F&G.

Conclusion générale

Bibliographie

[1] : Sonatrach. [En ligne].

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Sonatrach>

[2] : Mémoire magister, Slimani Abdelkarim, Université hadj Lakhdar-Batna « Contribution à L'Etude de l'Apport des SIG dans la Gestion des Risques Générés par les Canalisations de Transport des Hydrocarbures en Algérie », 2011/2012

[3] : Mémoire Master, IOUDARENE RIAD, BENARAB IDRIS, Université Abderrahmane Mira – Bejaia « La gestion des carrières. Cas : SONATRACH de Bejaia (DRGB) » 2012/2013.

[4] : Mémoire Master, Mourad Hachemi et Salma noua « Etude d'une station de pompage SP2 commande par automate programmable », Université Mohamed Khider Biskra, 2011/2012

[5] : Définition générale d'un automate. [En ligne].

https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_num%C3%A9rique_de_contr%C3%B4le-commande

[6] : Les automates programmables. [En ligne]

<https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Les-automates-programmables-industriels-API.htm>

[7] : Dr. Ir. H. LECOCQ « Caractéristiques et méthodologie de programmation », UNIVERSITE DE LIEGE, 2015.

[8] : diplôme d'ingénieur spécialisé en Instrumentation pétrolière, Mohammed Nabil Boukhelfa « MIGRATION DU SYSTEME ESD DE LA STATION DE POMPAGE SP2 », 2015/2017.

[9] : LAIDLI Massinissa, BENMESSAOUD Abderrazak, Université Abderrahmane mira de Bejaia « Etude et simulation sur WinCC de la supervision d'une ligne de production d'huile 5L », 2015.

Bibliographie

[10] : Description du logiciel STEP7 .[En ligne]

http://icube-avr.unistra.fr/fr/img_auth.php/8/80/Automatisme_TP_step7.pdf

[11] : Les avantages.[En ligne]

<https://www.univ-reims.fr/descriptif-des-logiciels/descriptif-des-logiciels,9486,27015.html>

[12] : Manuels SIEMENS, « Wincc flexible GettingStarted Débutants », SIMATIC, 2006.

[13] : Le stockage du pétrole et du gaz [En ligne]

https://fr.wikipedia.org/wiki/Stockage_du_p%C3%A9trole_et_du_gaz

[14] :Manuel Système d'automatisation S7-300 Caractéristiques des modules 2013.

[15] : SIEMENS, « S7PLCSIM, Testez vos programmes », SIMATIC, 2008.

[16] : Documents de l'usine.