

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DUGENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : **Sciences et Technologies** Filière : **Génie électrique**
Spécialité : **ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE**

Présenté par

MEDINI Fatima

MEZRAGUE Sofiane

Thème

Etude d'automatisation de l'unité de déchargement au
centre de stockage et distribution avec l'automate
programmable industrielle S7 300
CSD NAFTAI Ouad Aissi de Tizi Ouzou

Mémoire soutenu publiquement le 22/07/2017.

Proposé par

M^r DJOUAHER

Encadré par

M^{me} BOUKENDOUR

. Devant le jury composé de :

M^{er} LAZRI Président

M^{er} CHELLI Examineur

Promotion 2016-2017



Remerciements

Nos remerciements s'adressent en premier lieu à notre promotrice Mm BOUKNDOUR ; qui a sus nous orienter afin de mener à bien ce modeste travail.

Egalement au Chef du centre CSD NAFTAL d'Oued Aissi. Mr DJOUAHER ; qui n'a ménagé aucun effort pour nous apporter ses précieuses aides et orientations, madame DJOUAHER notre enseignante qui nous a passionnément soutenu tout au long de notre parcours, on tient à la remercier pour tous ces efforts pour nous ; ainsi que Mr BENHADJ pour son soutien.

Nos plus vifs remerciements vont aussi au membres du jury pour avoir accepté d'honorer par leur jugement notre travail.

On n'oublie pas toutes personnes ayant contribuer de loin ou de près dans l'avancement positifs de ce travail.



Dédicace

À mes parents qui ont su se montrer courageux ; encouragent ; patient et bienveillant ; je ne peux manquer de dire qu'ils sont ma source de courage et d'inspiration.

Mes frères et sœurs et toute la famille MEDINI

A mes neveux Yanis, Rafik, Youva, et Aya

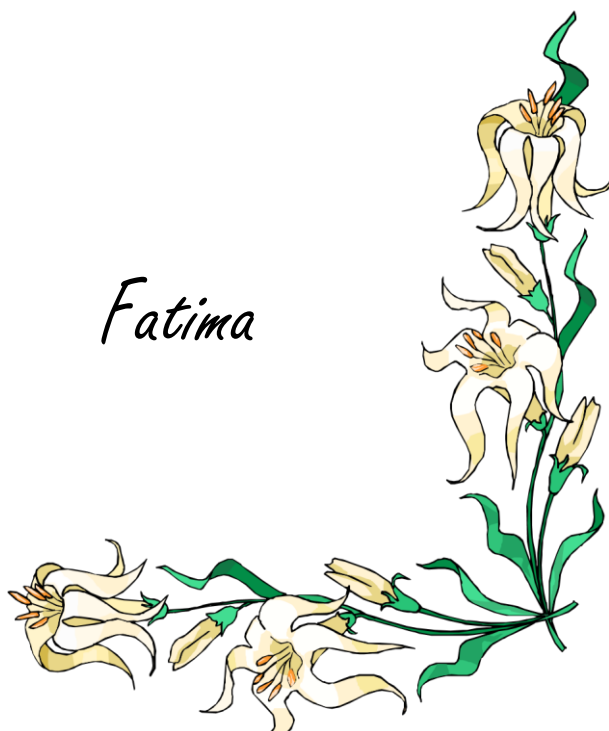
A mon collègue et Ami Yahia qui sus apporte autant de soutien moral que de conseils prodigue dans l'avancement de ce modeste travaille

A mon binôme et Ami Sofiane qui a sus se montrer patient ; sans qui je n'aurais pu conclure ce travail.

Je n'oublie pas mon amie Amina et tous les autres

A toute la promotion électronique industriel ; notre combat fut certes long mais concluant.

Fatima





Dédicace

À mes parents qui ont su se montrer courageux ; encouragent ; patient et bienveillant

Mes frères et sœurs et toute la famille MEZRAGUE

A mes amis qui ont sus apporter autant de soutien moral que de conseils prodigue dans l'avancement de ce modeste travail

A mon binôme et amie Fatima qui a sus se montrer patiente ; sans qui je n'aurais pu conclure ce travail.

Je n'oublie pas toute la promotion électronique industrielle ; notre combat fut certes long mais concluant.

Sofiane



Sommaire

Chapitre I Présentation et fonctionnement du centre CSD NAFTAL

I.1	Introduction	1
I.1.1	Historique.....	1
I.1.2	Les missions de NAFTAL	1
I.1.3	Moyens matériels	2
I.1.4	Structure de NAFTAL	2
I.2	Installation de stockage et de distribution des carburants	3
I.2.1	Parc de stockage.....	3
I.2.2	Unité de déchargement.....	5
I.2.2.1	Poste du déchargement des camions	5
I.2.2.2	Pomperie de déchargement.....	6
I.2.3	Unité de chargement	6
I.2.2.1	Poste du chargement des camions.....	6
I.2.2.2	Pomperie de chargement.....	7
I.3	Installation annexes	7
I.3.1	Collecte des purges pétrolières	8
I.3.2	Système de lutte contre incendie.....	9
I.3.2.1	Le réservoir d'eau incendie	10
I.3.2.2	Pomperie incendie	10
I.3.2.3	Les équipements de détection des flammes	10
I.3.2.4	Local incendie	10
I.3.3	Postes de Supervision des MDP (Mouvement De Produits)	11
I.3.4	Traitement des effluents.....	12
I.4	Fonctionnalités du matériel	13
I.4.1	Le PCD (Personal Computer)	13
I.4.2	Le PCC (Poste de Contrôle de Chargement)	13
I.4.3	Le TISI :(Terminal d'ilots de sécurité intrinsèque)	14
I.4.4	MICRO-COMPTEUR	14
I.4.5	L'automate programmable industriel (API).....	15

I.4.6	Les pompes	16
I.4.7	Vannes.....	17
I.4.7.1	Vannes motorisées.....	17
I.4.7.2	Electrovannes (vannes BROOKS)	18
I.4.7.3	Vanne de fin de course.....	19
I.4.8	Les Arrêts d’urgence.....	19
I.5	Automatisme de chargement et de déchargement	20
I.5.1	Procédure de déchargement	20
I.5.2	Procédure de chargement	21
I.6	Conclusion	22

Chapitre II Modélisation du centre CSD NAFTAL à l’aide du Grafcet

II.1	Introduction	24
II.2	Définition du Grafcet (Graphe de Commande Etape Transition).....	24
II.3	Eléments de Base d’un Grafcet	24
II.3.1	Les étapes	25
II.3.2	Les transitions et les réceptivités associées.....	26
II.4	Liaison orientées.....	27
II.5	Temporisation.....	28
II.6	Sélection de séquence et séquence simultanées	28
II.6.1	Sélection de séquence.....	28
II.2.1.1	Saut d’étape	28
II.2.1.2	Reprise d’étape.....	30
II.6.2	Séquence simultanées.....	29
II.7	Règles d’évolution d’un Grafcet.....	30
II.7.1	Les Règles qui faut suivre	30
II.7.2	Erreurs de Grafcet	30
II.8	Niveau d’un Grafcet	31
II.8.1	Grafcet du niveau 1	31

II.8.2	Grafcet du niveau 2	31
II.9	Cahier des charges de la procédure de déchargement	32
II.10	Application du Grafcet pour modéliser les deux procédures de déchargement et de chargement.....	33
II.11	Conclusion	39

Chapitre III Automatisation de l'unité de déchargement avec l'API S7 300

III.1	Introduction	42
III.2	Automatisation de la production.....	42
III.3	Objectif de l'automatisation	42
III.4	Automate programmable industriel :.....	42
III.4.1	Définition d'un automate programmable industriel	43
III.4.2	Environnement d'un automate programmable industriel.....	43
III.4.2.1	Partie opérative	43
III.4.2.2	Partie commande.....	43
III.4.3	Architecture interne d'un automate programmable	44
III.4.4	Mode de fonctionnement.....	45
III.4.5	Les Avantages des API	45
III.4.6	Poste de contrôle	46
III.5	Programmation d'un API.....	46
III.6	Mise en œuvre d'un API.....	46
III.7	Automate utilisé dans l'installation	47
III.8	Critères de choix d'un automate	48
III.9	Automate industriel choisi.....	48
III.9.1	Les caractéristiques du S7-300.....	48
III.9.2	Modularité de S7-300.....	49
III.10	Langage de programmation du S7 300	51
III.10.1	Définition du Step7	51

III.10.2	Programmation de l'automate S7 300	51
III.10.3	Les blocs S7	51
III.10.3.1	Bloc système.....	51
III.10.3.2	Bloc utilisateurs.....	52
III.11	L'adressage des modules du S7 300	54
III.11.1	L'adressage des modules lié à l'emplacement	54
III.11.2	L'adressage absolu des modules de signaux	54
III.11.3	Adressage des modules TOR	55
III.11.4	Adressage des modules analogique.....	55
III.11.5	Mémentos	55
III.12	Traitement du programme par la CPU	55
III.12.1	Programme linéaire	55
III.12.2	Programme structuré	56
III.13	Configuration matérielle	57
III.14	Structure de notre programme.....	58
III.15	Quelques exemples du programme:.....	60
III.16	S7 graphe.....	63
III.17	Table mnémoniques.....	67
III.18	Conclusion.....	69

Chapitre IV Supervision avec Wincc

IV.1	Introduction	70
IV.2	Supervision sous Wincc.....	70
IV.2.1	Description de Wincc	70
IV.3	Constitution d'un système de supervision	70
IV.3.1	Le module de visualisation (affichage)	70
IV.3.2	Application disponible sous Wincc.....	71
IV.3.3	Principe de Communication du Wincc.....	72

IV.3.4	Communication entre Wincc et automate programmable industriel (API).....	73
IV.3.4.1	Pilote de communication	74
IV.3.4.2	Unité de canal.....	74
IV.3.4.3	Liaison logique	74
IV.4	Application développée sous Wincc.....	75
IV.4.1	Procédure de programmation avec application	75
IV.4.2	Création de notre projet sur Wincc.....	75
IV.5	Conclusion	78

Listes de figures :

<i>Figure I.1 : la structure de NAFTAL</i>	3
<i>Figure I.2 : bacs de stockage.</i>	4
<i>Figure I.3: Les différents constituants d'un bac de stockage.</i>	5
<i>Figure I.4 : poste de chargement.</i>	7
<i>Figure I.5: purge pétrolière.</i>	9
<i>Figure I.6 : poste de supervision.</i>	12
<i>Figure I.7 : L'automate industriel S5 135U.</i>	15
<i>Figure I.8 : La pompe utilisée.</i>	16
<i>Figure II.1 : La symbolisation du GRAFCET</i>	25
<i>Figure II.2 : Etape active (a)/ Etape inactive (b)</i>	25
<i>Figure II.3 : Etape initiale.</i>	25
<i>Figure II.4 Etape simple (a)/ Etape a plusieurs actions (b).</i>	26
<i>Figure II.5 : Réceptivité associée à l'étape.</i>	26
<i>Figure II.6 : Réceptivité toujours vraie.</i>	27
<i>Figure II.7 : Réceptivité à niveau</i>	27
<i>Figure II.8 : Liaison orientées.</i>	27
<i>Figure II.9 : Saut d'étape</i>	28
<i>Figure II.10 : Reprise d'étape.</i>	29
<i>Figure II.11 : Représentation de séquences simultanées</i>	29
<i>Figure III.1 : Environnement d'un Automate Programmable Industriel (API).</i>	44
<i>Figure III.2 : les automates programmables industriels réalisent la fonction TRAITER dans la chaîne d'informations.</i>	45
<i>Figure III.3 : équivalence d'automate S5 en S7.</i>	47
<i>Figure III.4 : les différents modules du S7-300.</i>	49
<i>Figure III.5 : Illustration du rôle des DB dans un programme utilisateur.</i>	53
<i>Figure III.6 : Programme linéaire.</i>	56
<i>Figure III.7 : Programme structure.</i>	57
<i>Figure III.8 : Configuration matérielle.</i>	58
<i>Figure III.9 : Structure de notre programme</i>	59

<i>Figure III.10 : PLC simulation</i>	60
<i>Figure IV.1 : Structure d'un système de supervision</i>	71
<i>Figure IV.2 : Communication du WINCC avec l'automate S7-300</i>	73
<i>Figure IV.3 : Principe de communication entre le WINCC et les AP</i>	74
<i>Figure IV.4 : Liste des vues du pupitre</i>	76
<i>Figure IV.5 : Vue du menu principal</i>	76
<i>Figure IV.6 : L'éditeur Graphics Designer</i>	77
<i>Figure IV.7 : Vue déchargement sous runtime</i>	78

Résumé:

Le Centre de Stockage et de Distribution (CSD) d'Oued-Aissi dispose d'un système automatisé géré par un automate programmable de type SIMATIC S5-135U, installé en 1992 afin d'assurer la bonne gestion des différentes tâches du centre, ce qui offre ainsi une sécurité pour le personnel et le matériel.

Mais depuis le premier Octobre 2003, la firme SIEMENS a décidé de retirer le célèbre SIMATIC S5 de sa gamme standard et de le remplacer par le SIMATIC S7 haute gamme car il représente un système plus moderne doté de fonctions très améliorées.

Notons qu'une défaillance de l'automate entrainera une immobilisation de la station. A cet effet, nous avons proposé de mettre en place un automate S7 300 (moyenne à haute gamme) pouvant remplacer l'ancien automate en cas de défaillance, ajouter à cela l'automatisation de la procédure du déchargement

Mots clé :

NAFTAL ; CSD; Automatisation; Automatique; Automate programmable industriel ; API ;
SIMATIC S7 ; SIMATIC S5 ; S7 300 ;S5 135U ; Step7 ; Grafcet; Wincc; S7Graphe;
Carburant;

En 1957, le pétrole algérien a été découvert par les français, puis nationalisé en 1971, géré par la société SONATRACH, cette dernière ayant plusieurs filiales dont NAFTAL, qui a pour mission principale la distribution et la commercialisation des produits pétroliers et dérivés sur le marché national. Elle contribue à hauteur de 51% de l'énergie finale en fournissant huit millions de tonnes de produits pétroliers par an sous forme de carburants, gaz de pétrole liquéfié (GPL), bitumes et lubrifiants. Soixante-sept centres de dépôts et de commercialisation des produits pétroliers ont été répartis à travers le territoire national dont figure celui d'OUED AISSI.

Les automates programmables industriels répondent aujourd'hui aux diverses exigences de l'industrie. Le SIMATIC constitue une vaste plateforme d'automatisation offrant des solutions à des problèmes complexes pour tous les secteurs d'activité.

Le Centre de Stockage et de Distribution (CSD) d'Oued-Aissi dispose d'un système automatisé géré par un automate programmable de type SIMATIC S5-135U, installé en 1992 afin d'assurer la bonne gestion des différentes tâches du centre, ce qui offre ainsi une sécurité pour le personnel et le matériel.

Mais depuis le premier Octobre 2003, la firme SIEMENS a décidé de retirer le célèbre SIMATIC S5 de sa gamme standard et de le remplacer par le SIMATIC S7 haute gamme car il représente un système plus moderne doté de fonctions très améliorées.

Notons qu'une défaillance de l'automate entrainera une immobilisation de la station. A cet effet, nous avons proposé de mettre en place un automate S7 300 (moyenne à haute gamme) pouvant remplacer l'ancien automate en cas de défaillance, ajouter à cela l'automatisation de la procédure du déchargement

Pour ce faire, nous avons réparti notre travail en quatre chapitres. Le premier chapitre est consacré à la présentation et le fonctionnement de toutes les installations du CSD NAFTAL.

Le second chapitre définit la modélisation des deux opérations principales chargement et déchargement à l'aide de l'outil Grafset.

Le troisième chapitre nous met en contact avec l'automate programmable S5 135U ainsi que la description de l'automate programmable S7 300 avec ses deux aspects matériels et logiciel.

Le dernier chapitre est réservé à la simulation et à la supervision de notre application en développant les interfaces graphiques sous Wincc. Enfin nous terminerons par une conclusion générale.

chapitre:

Présentation

et fonctionnement du

centre CSD NAFTAL

I.1 Introduction

La connaissance des différentes installations du centre de stockage et de distribution du carburant (CSD), nous permettra d'effectuer une meilleure modélisation et simulation des différentes opérations et assurer une bonne supervision et ainsi, trouver des solutions adéquates aux problèmes posés.

Ce chapitre est consacré à la présentation du site ainsi qu'à la description du fonctionnement des installations afin de mieux comprendre la commande des deux opérations principales à savoir :

- Le déchargement des produits pétroliers (vers le stockage).
- Le chargement des produits pétroliers (vers la consommation).

I.1.1 Historique

Entreprise Nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers est une SPA (société par action) créée avec un capital de 15 650 000 000 000 DA.

Issue de SONATRACH, l'entreprise ERDP a été créée le 6 avril 1981. Entrée en activité le 1 janvier 1982, elle est chargée de l'industrie du raffinage et de la distribution des produits pétroliers sous le sigle NAFTAL.

- NAFT : nom du pétrole en arabe.
- AL : diminutif d'Algérie.

En 1987, l'activité raffinage est séparée de l'activité distribution et est évoluée à une nouvelle entité NAFTEC.

Suite à cette séparation des activités, la raison sociale de la société a changée, et NAFTAL est désormais chargée uniquement de la commercialisation et de la distribution des produits pétroliers et dérivés.

En 1998, elle change de statut et devient Société par action filiale à 100% de SONATRACH.

I.1.2 Les missions de NAFTAL

NAFTAL est une société de grande envergure en Algérie, car elle intervient dans plusieurs domaines, qui sont :

- Enfutage des GPL (Gaz de pétrole liquéfié).
- Formulations des bitumes.

- Distributions, stockage, et commercialisations des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes et pneumatiques.

I.1.3 Moyens matériels

Pour assurer les différentes missions citées précédemment, l'entreprise NAFTAL dispose de :

- 49 centres et dépôts de distributions et de stockage de carburants.
- 26 centres et 27 magasins lubrifiants et pneumatiques.
- 49 dépôts relais de stockage GPL.
- 41 centres d'emplissage GPL d'une capacité d'enfutage de 1.2 millions tonnes/an.
- 03 centres vrac GPL.
- 15 unités bitument d'une capacité de formulation de 360.000 tonnes/an.
- 300 véhicules de distributions et 800 engins de manutentions et de maintenance.
- 730 Km de canalisations (pipe).

En addition aux moyens matériels, un réseau de distribution balayant tout le territoire Algérien comportant :

- 1.952 stations-service dont 671 en toute priorité.
- 7.925 points de GPL.

I.1.4 Structure de NAFTAL

Pour présenter la société NAFTAL d'une manière générale, la figure suivante représente la structure hiérarchique du complexe ainsi que les différentes directions et services:

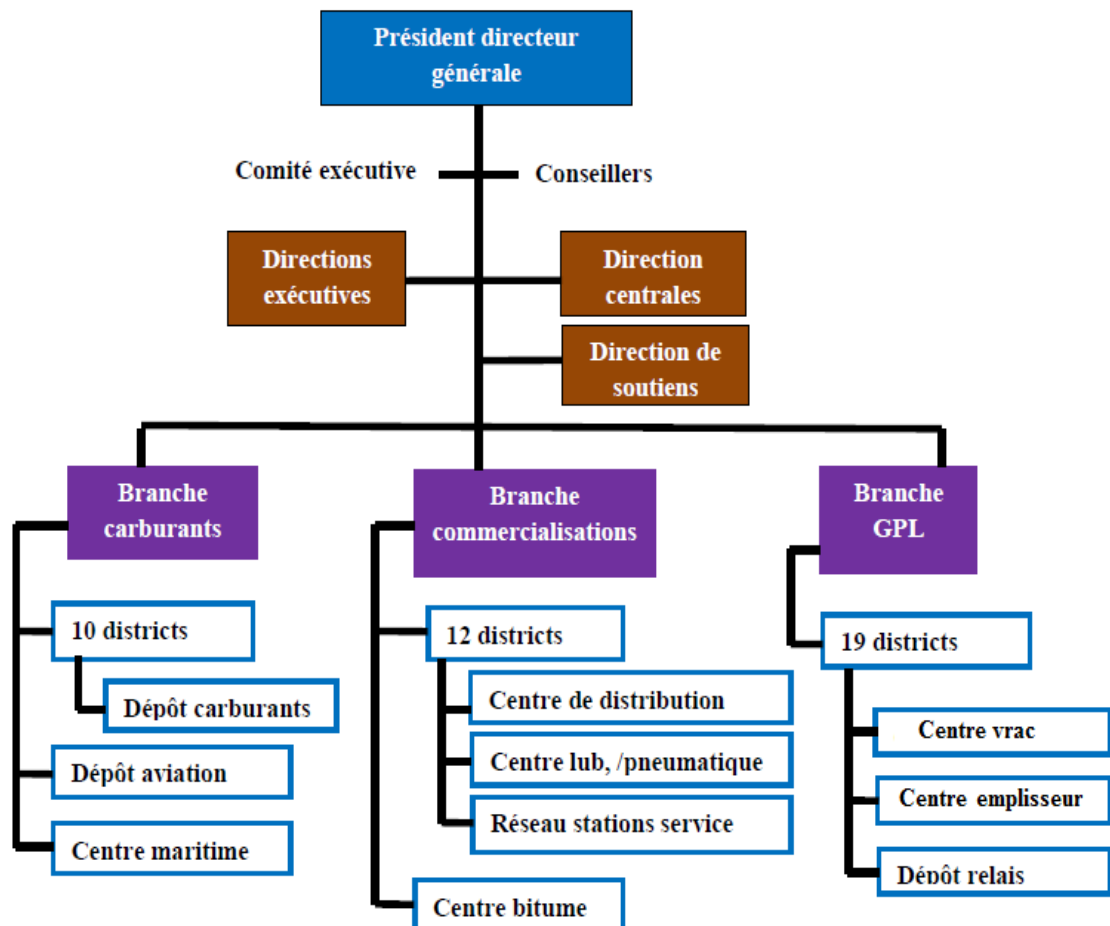


Figure I.1 : la structure de NAFTAL.

I.2 Installation de stockage et de distribution des carburants

Ces installations comprennent :

- Un parc de stockage.
- Une unité de déchargement routier et ferroviaire.
- Une unité de chargement routier.

I.2.1 Parc de stockage

Il comporte six bacs de stockage des carburants d'une capacité totale de 30000 m^3 réparties comme suit :

- Deux bacs Gas-oil (TK1-TK2) : d'une capacité unitaire de 8000 m^3 , d'un diamètre de 24 m et d'une hauteur de 18,31m. ils sont de type 'toit fixe'.
- Deux bacs Essence normale (TK3-TK4) : d'une capacité unitaire de 5000 m^3 , d'un diamètre de 20 m et d'une hauteur de 17,88m. ils sont de type 'toit flottant' pour éviter l'évaporation du produit.

- Deux bacs Essence super(TK5-TK6) : d'une capacité unitaire de $2000m^3$, d'un diamètre de 16 m et d'une hauteur de 11,87m. ils sont de type 'toit flottant'.



Figure I.2 bacs de stockage.

Remarque

Les réservoirs d'essence super peuvent recevoir de l'essence normale et inversement. Les joints de ces réservoirs sont prévus pour résister aux futures essences sans plomb.

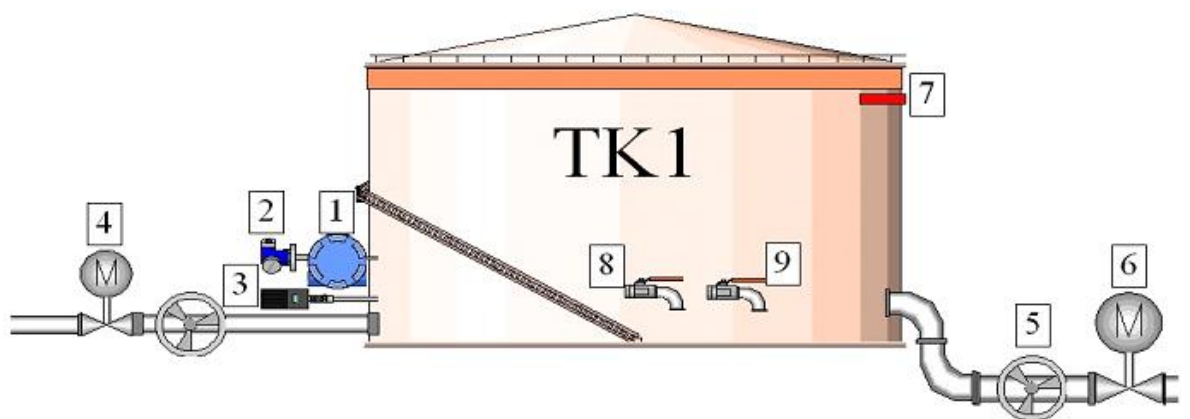
Tous les réservoirs sont conçus conformément au code API standard 650 et aux spécifications générales NAFTAL.

Les réservoirs reposent sur un radier en béton porté par des pieux.

Chaque réservoir est équipé de :

- Un indicateur de niveau local situé en pied de bac.
- Un transmetteur de niveau permettant de ramener en salle de contrôle l'indication du niveau ainsi qu'une alarme de niveau très haut et une alarme de niveau bas.
- Un contacteur de niveau très haut qui ferme la vanne motorisée d'entrée produit et arrête les pompes de déchargement.

- Un transmetteur de température avec indicateur en salle de contrôle.
- Deux purges : permettant l'évacuation du produit contenu dans les canalisations à travers une vanne manuelle afin de vider la tuyauterie.
- Des évènements servant à l'évacuation de l'air comprimé dans les réservoirs à toit fixe.
- Une prise d'échantillonnage du produit pour le contrôle qualité.
- Un système anti-incendie (réseau mousse + réseau eau brute). [1]



- | | | |
|------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| 1: Transmetteur 1315 | 4: Vanne motorisée MOV8112(déchargement) | 7: Capteur de niveau très haut |
| 2:Jaugeur 1084 | 5: Vanne de sectionnement | 8: purge de de niveau bas |
| 3:Sonde de température | 6: Vanne motorisée MOV811(chargement) | 9: purge de niveau haut |

Figure I.3 Les différents constituants d'un bac de stockage

I.2.2 Unité de déchargement

Elle est constituée d'un poste de déchargement et d'une pompe de déchargement.

I.2.2.1 Poste de déchargement

Il existe huit postes de déchargement :

- Les postes 1, 2, 4, 6 et 8 pour le déchargement des wagons en carburants.
- Les postes 3, 5 et 7 pour le déchargement des wagons et camions en carburants.

Chaque poste est équipé :

- D'un ensemble par produit composé d'un $\frac{1}{2}$ raccord symétrique avec bouchon et d'une vanne de sectionnement avec un indicateur de circulation.
- D'un raccord tournant est prévu sur les postes mixtes pour orienter le raccord vers le wagon ou le camion à décharger.

- D'un flexible d'une longueur de 5m, ce flexible est équipé à son extrémité d'un raccord diamètre 3pouce à gros filet rond pour le déchargement des wagons.
- D'une pièce de transformation (gros filet rond-demi raccord symétrique) montée à l'extrémité du flexible permet de se raccorder sur les camions.
- D'un câble mise à la terre.
- D'un collecteur pour branchement du camion.

I.2.2.2 Pomperie de déchargement

La pomperie est située face aux postes de déchargement. Ces pompes sont partagées par produit comme suit :

- P_1, P_2 et P_3 de type centrifuge et de débit unitaire $160m^3/h$ pour l'Essence normale/super.
- P_4, P_5 et P_6 de type centrifuge et de débit unitaire $160m^3/h$ pour le Gas-oil.

✚ Remarque

La conception de cette unité été pour déchargement wagons et camions, mais des modifications ont été faites pour but de le rendre pour déchargement camions car les voies ferrées sont inexistantes.

I.2.3 Unité de chargement

Elle est constituée des postes de chargement des camions et des postes de chargement des wagons et d'une pomperie de chargement.

I.2.3.1 Poste de chargement de camions

Le poste de chargement camions des carburants est constitué de quatre îlots équipés de la façon suivante :

- Îlots 1 et 2 simple quai équipé de :
 - Deux bras en source gas-oil avec ensemble de comptage.
 - Un bras en source essence avec ensemble de comptage.
 - Un bras en source super avec ensemble de comptage.
 - Une mise à terre.
- Îlots 3 et 4 double quai équipé de :
 - Deux bras en dôme gas-oil avec ensemble de comptage.
 - Un bras en dôme super avec ensemble de comptage.
 - Un bras en dôme super avec ensemble de comptage.
 - Deux passerelles abattantes.

- Deux mises à la terre.



Figure I.4 : poste de chargement.

I.2.3.2 Pomperie de chargement

La pomperie est située entre le stockage des huiles et les voies ferrées de chargement.

Ces pompes sont partagées par produit comme suit :

- P_7, P_8, P_9 et P_{10} de type centrifuge et de débit unitaire $150m^3/h$ pour l'Essence normale/super.
- P_{11}, P_{12}, P_{13} et P_{14} de type centrifuge et de débit unitaire $150m^3/h$ pour le Gas-oil.

✚ Remarque

La pompe P_{11} peut être utilisée pour le transfert du Gas-oil d'un bac à l'autre.

Deux des quatre pompes peuvent également être utilisées pour transfert l'essence normale ou super.

I.3 Installation annexes

Elles comprennent tous les réseaux d'utilités et de service nécessaires au bon fonctionnement du centre notamment :

- ❖ Collecte des purges pétrolières.
- ❖ Système de lutte anti-incendie.

- ❖ Salle de contrôle.
- ❖ Alimentation en eau.
- ❖ Traitement des effluents.
- ❖ Station d'avitaillement.
- ❖ Electricité et instrumentation.

I.3.1 Collecte des purges pétrolières

Les purges des tuyauteries d'essence, de gas-oil sont collectées et envoyées gravitairement dans des citernes enterrées. Ces purges sont relevées par des pompes et envoyées dans des stockages.

Chaque citerne est équipée de :

- Un transmetteur de niveau avec indication locale de niveau.
- Un contacteur de niveau très haut avec alarme en salle de contrôle.
- Un évent avec arrête flamme.
- Une pompe de relevage qui permet d'envoyer les purges et de super vers les réservoirs de stockage.

Les citernes sont réparties comme suit :

- D1 pour l'essence super et normale de capacité $10m^3$.
- D2 pour le gas-oil de capacité $10m^3$.

Les pompes de relevage utilisées sont :

- ✓ P_{15} de type centrifuge et de débit maximum $5m^3/h$ pour l'essence normal et super.
- ✓ P_{16} de type centrifuge et de débit maximum $5m^3/h$ pour le gas-oil.



Figure I.5: purge pétrolière.

I.3.2 Système de lutte contre incendie

Pour la prévention de tout risque d'incendie, le centre s'est muni d'un système de lutte contre incendie. Ce dernier est constitué de :

- Un stockage d'eau incendie avec pomperie et préparation de solution.
- Une pomperie incendie.
- Réseaux fixes maillés d'eau et mousse.
- Un équipement de détection de flammes.
- Un matériel mobile et divers de sécurité.

Le déclenchement de l'alarme d'incendie entraîne automatiquement les actions suivantes :

- L'arrêt de tous les moteurs sauf ceux des pompes incendie.
- L'isolement des bras de déchargement et des réservoirs par la fermeture des vannes correspondantes.
- Les trois sirènes situées dans le bâtiment administratif, la salle de contrôle et la centrale incendie.

I.3.2.1 Le réservoir d'eau incendie

L'eau incendie provient du réseau d'eau de ville ou d'un forage équipé d'une pompe.

Elle est stockée dans le réservoir **TK50** de capacité 2400 m^3 qui est équipé de :

- Transmetteur de niveau avec alarme de niveau bas.
- Niveau à réglette.
- Contacteur de niveau très bas avec alarme.
- Robinet à flotteur permettant le maintien du niveau d'eau constant dans le réservoir.
- Tuyauterie de vidange.

❖ Production de la solution moussante

Elle est produite par un système proportionnel qui utilise l'eau incendie et l'émulseur. Ce dernier de fûts ou de containers pompé par une pompe vide fût.

I.3.2.2 Pomperie incendie

Cette pomperie est constitué de :

- Deux pompes électriques centrifuges (**P50 et P51**) d'un débit unitaire de $200\text{ m}^3/\text{h}$.
- Une pompe diesel **P52** d'un débit de $400\text{ m}^3/\text{h}$.
- Deux pompes électriques 'JOCKEY' **P53 et P54** de débit de $20\text{ m}^3/\text{h}$.
- Deux pompes d'émulseur dont une électrique **P60** et l'autre diesel **P61** d'un débit unitaire de $10\text{ m}^3/\text{h}$.

I.3.2.3 Les équipements de détection des flammes

Tous les postes de chargement et de déchargement des produits sont équipés de détecteurs d'incendie thermique, par contre au niveau du hangar de stockage et la pomperie incendie se sont les détecteurs de fumées qui sont installés.

I.3.2.4 Local incendie

Il permet aux opérateurs d'avoir accès à la surveillance et au contrôle commande anti-incendie pour l'ensemble du centre. Cet ensemble de supervision est constitué d'une armoire regroupant :

- Une centrale de détection incendie avec affichage évènements.
- Les alarmes de niveau des bacs de stockage de l'eau incendie et de l'émulseur.
- Les automatismes de maintien en pression du réseau incendie.
- Les commandes de marche/arrêt et défauts électriques des pompes motorisées du réseau incendie.

I.3.3 Postes de Supervision des MDP (Mouvement De Produits)

Ce poste de supervision implanté en salle de contrôle, est constitué d'un micro-ordinateur compatible, d'un écran cathodique et d'une imprimante permettant la gestion du mouvement de produits sous forme de synoptiques.

Ces synoptiques sont :

- Vue générale.
- Chargement et déchargement du carburant.
- Traitement des effluents.
- Signalisation et alarmes.

Il offre ainsi à l'opérateur la possibilité de contrôler les commandes suivantes :

- Les mesures de niveaux et températures des bacs de carburants.
- L'acquisition des mesures de débit de déchargement des carburants.
- Les états marche et arrêt de chaque pompe ainsi que tous des défauts (électrique, trop de démarrage...).
- L'état de chaque vanne motorisée (ouverte ou fermée).
- Les alarmes de niveau des bacs carburants et ainsi que le niveau bas de la tuyauterie.
- Les commandes de tous les moteurs.
- La position de chaque vanne de déchargement (perolo).



Figure I.6 : poste de supervision.

I.3.4 Traitement des effluents

Les eaux de pluie pouvant être polluées sont collectées et collectées et envoyées vers l'unité de traitement des effluents huileux.

Ce traitement est réalisé dans un bassin qui permet la séparation de l'eau des hydrocarbures et la récupération de ces derniers se fait par pompage. Cette installation est constituée de :

- Un bassin de décantation constitue de deux bassins avec goulotte d'écumage orientable pour la récupération des huiles.
- Une fausse de récupération des hydrocarbures avec pompe de relevage permettant leur chargement dans un camion-citerne.
- Une fausse de récupération des eaux déshuilées.

I.4 Fonctionnalités du matériel

Pour l'élaboration de ces tâches quotidiennes à savoir le chargement et le déchargement du produit, le centre dispose de plusieurs appareils dont :

- Le PCD.
- Le PCC.
- Le TISI.
- Les MICRO-COMPTEUR.
- L'automate programmable industriel (API).
- Le superviseur du mouvement des produits (MDP).
- Les vannes.
- Les pompes.

I.4.1 Le PCD (Personal Computer)

C'est un PC installé au poste de saisie, offrant la possibilité de programmer des cartes à puces. Il dispose :

- Un lecteur / encodeur de carte à puce qui :
 - ✓ Avant le chargement encode le plan de chargement.
 - ✓ Après le chargement, relie les volumes réels chargés.
- Une imprimante à aiguille de 80 colonnes qui permet d'éditer les bons de programmation d'entrée et bons de programmation de sortie.
- Un logiciel de gestion du chargement appelé PDC.

I.4.2 Le PCC (Poste de Contrôle de Chargement)

Le PCC ou PC de supervision est installé au poste de contrôle, connecté par réseau JBUS à l'automate de commande des pompes, il comprend :

- Un ordinateur personnel IBM sous DOS.
- Un logiciel de gestion appelé PCC.
- Une imprimante.
- Une carte de communication.

Les fonctions principales du PCC sont :

- Le calcul et l'édition des cumuls produits.
- Le calcul et l'édition du bilan.
- La centralisation des comptes rendus de chargement effectués sur les ilots.

- L'information de l'automate de commande des pompes du cumul des sorties par bras.

I.4.3 Le TISI :(Terminal d'îlots de sécurité intrinsèque)

C'est un appareil électronique destiné à la gestion et à la sécurité des îlots de chargement.

Il est fourni en deux modèles :

- ❖ **TISI 10** : Simple lecteur de carte à puce pour les deux îlots source qui n'est pas fonctionnel.
- ❖ **TISI 20** : Double lecteur de carte à puce pour îlots dôme (camion) qui est celui utilisé. Il est installé au poste de chargement, il permet la lecture des informations programmées par le PCD sur les cartes à puce. Le TISI est reliée par réseau JBUS aux MICROCOMPT de son îlot et au PCC. Il est maître de liaison, il gère les chargements à partir des informations qu'il a lues sur le badge.

Après chaque chargement, le TISI transmet au PCC le bilan de chargement contenant :

- Le numéro de carte à puce.
- Le numéro de chargement.
- Le quai sur lequel s'est effectué le chargement.
- Le code produit et le volume chargé.

I.4.4 MICRO-COMPTEUR

C'est un opérateur électronique intelligent à base de microprocesseur destiné à la gestion de quatre bras de chargement (essence normale, super et gas-oil), la commande de l'électrovanne de chaque bras. Il compte, affiche et contrôle la quantité du produit.

Il y a huit micros-compteurs pour les deux îlots sources et douze micros pour les deux îlots dôme.

❖ Fonctionnement

Il dispose de deux modes de fonctionnement :

- La commande de vanne.
- Comptage des volumes écoulés.
- Affichage et contrôles indispensables à la conduite.

Le poste de chargement contient huit micro compteurs qui sont installés sur les îlots dôme, et disposent :

- D'un afficheur de 5 digits de 25mm de haut.
- D'un commutateur à clé à deux positions

❖ Demande de produit

A chaque fois qu'un MICROCOMPT va être sollicité, le TISI demande au PCC d'envoyer une demande de produit à l'automate de gestion des pompes.

Le PCC est relié aux terminaux d'ilot et aux MICROCOMPT via un réseau.

Le TISI écrit cycliquement une table d'informations que le PCC utilise pour la gestion des fichiers et pour l'alimentation de l'automate en « demandes de produits ».

I.4.5 L'automate programmable industriel (API)

Il s'agit de l'automate programmable SIMATIC S5 135U, installé dans la salle automate, chargé de la commande des différentes installations et des opérations du centre, à savoir le chargement et le déchargement des produits.

Il peut gérer plusieurs fonctions dont :

- L'ouverture et fermeture des vannes motorisées.
- La détection de fin de course des vannes.
- Le démarrage et arrêt des pompes.
- La détection de la température des bacs.
- La détection de niveau du produit dans les bacs.

En cas de défaillances visuelles il arrête immédiatement le système (arrêt d'urgence).



Figure I.7 : L'automate industriel S5 135U.

I.4.6 Les pompes

Le centre est muni de 14 pompes pour les opérations de chargement et de déchargement. Ces pompes sont de type centrifuge, entraînées par des moteurs triphasés asynchrones.

Elles sont équipées de :

❖ **Locale**

- Un bouton poussoir Marche.
- Un bouton poussoir Arrêt.
- Un commutateur local.

❖ **En salle de contrôle**

- Une commande de Marche.
- Une commande d'Arrêt.
- Une signalisation marche moteur.
- Une signalisation défaut électrique regroupée.
- Une signalisation de discordance d'ordre de marche, lorsque le retour marche moteur n'est pas effectif au bout de 10s (paramétrable).



Figure I.8 : La pompe utilisée.

✚ Remarque

Le temps de fonctionnement de chaque pompe est comptabilisé dans l'automate et accessible pour la maintenance préventive. Pour la protection des moteurs, l'automatisme n'autorise que deux démarrages consécutifs à chaud et six démarrages dans l'heure.

Le bouton poussoir arrêt local est prioritaire et il est signalé par interphone à la salle de contrôle.

I.4.7 Vannes

Le centre utilise différents types de vannes selon les fonctions à accomplir.

I.4.7.1 Vannes motorisées MOV**❖ Vannes motorisées de limitation de débit (HCV)**

Elles sont installées au refoulement des pompes de déchargement de façon à contrôler le débit en fonction de la présence d'air. Elles sont réparties comme suit :

- La vanne HCV 8204 est installée sur la canalisation gas-oil.
- La vanne HCV 8205 est installée sur la canalisation essence normale.
- La vanne HCV 8206 est installée sur la canalisation essence super.

❖ Vannes motorisées des bacs

Au pied de chaque bac, sont installées deux vannes motorisées, l'une pour le chargement et l'autre pour le déchargement du produit, disposées comme suit :

❖ Vannes motorisées de chargement

- La vanne MOV8109 au pied du bac TK1.
- La vanne MOV8111 au pied du bac TK2.
- La vanne MOV8105 au pied du bac TK3.
- La vanne MOV8107 au pied du bac TK4.
- La vanne MOV8101 au pied du bac TK5.
- La vanne MOV8103 au pied du bac TK6.

❖ Vannes motorisées de déchargement

- La vanne MOV8110 au pied du bac TK1.
- La vanne MOV8112 au pied du bac TK2.
- La vanne MOV8106 au pied du bac TK3.
- La vanne MOV8108 au pied du bac TK4.
- La vanne MOV8102 au pied du bac TK5.
- La vanne MOV8104 au pied du bac TK6.

❖ Vannes motorisées de recyclage

Utilisées pour la protection des pompes de chargement à débit minimal. Elles sont installées en by-pass des pompes, réparties de façon suivante :

- La vanne MOV 8201 est utilisée pour gas-oil.
- La vanne MOV 8202 est utilisée pour l'essence Super.
- La vanne MOV 8203 utilisées pour l'essence Normale.

Cas de fonctionnement particuliers nécessitant un automatisme de la vanne de recyclage.

Cas 1

- Un bras de chargement en service.
- Quatre pompes en fonctionnement.

Cas 2

- Identique au cas 1 la vanne de recyclage est déjà ouverte, mais une des quatre pompes s'arrête.
- Fermeture automatique de la vanne de recyclage après temporisation de 3 minutes.

Cas 3

- Identique au cas un, la vanne de recyclage est déjà ouverte, mais survient une deuxième demande de produit.
- Fermeture automatique de la vanne de recyclage après temporisation de 3 minutes.

Cas 4

- Un bras de chargement en service.
- Trois ou deux ou une seule pompe en service.
- La vanne de recyclage est donc fermée.

I.4.7.2 Electrovanes (vannes BROOKS)

Installées en amont des MICROCOMPTS, elles s'ouvrent automatiquement lorsque les bras de chargement sont relevés. Lors du chargement, la turbine tourne et envoie deux trais d'impulsion de comptage au MICROCOMPT qui affiche la quantité du produit à charger.

Au moment où un bras de chargement est relevé, l'électrovanne s'ouvre partiellement pendant les 200 premiers litres puis elle s'ouvre complètement pour fournir un débit maximal et en fin lors des derniers 200 litres, elle se referme partiellement. A la fin du chargement l'électrovanne est fermée par le MICROCOMPT.

I.4.7.3 Vannes de fin de course

Elles sont installées au poste de déchargement camions. Dès que l'opérateur de déchargement (OMP) a raccordé le camion, la vanne s'ouvre, ceci indique la présence du camion en salle contrôle.[1]

Elles sont équipées de :

❖ Locale

- Un commutateur a trois positions : Ouverture/Fermeture/Neutre, avec retour automatique sur la position neutre.
- Un commutateur Local/Arrêt/Distance.
- Un volant de commande manuelle.

❖ En salle de contrôle

- Une commande Ouverture.
- Une commande Fermeture.
- Une signalisation de défaut électrique.
- Une indication de discordance de fermeture lorsque le contact de la fin de course n'est pas effectif au bout d'une minute.

I.4.8 Les Arrêts d'urgence

Sont traités en reliage conventionnel indépendamment de l'automate.

Chaque contacte est découplé et transmis en câblé pour :

- Action sur la chaine de sécurité des moteurs.
- La signalisation en salle de contrôle.
- Le traitement en protection incendie.

❖ Action des arrêts d'urgence :

L'action sur un des arrêts d'urgence entraine :

- ✓ Fermeture de toutes les vannes.
- ✓ Arrêts de toutes les pompes.

L'état de l'arrêt d'urgence est visualisé en salle de contrôle et à la centrale incendie. Une impression est effectuée pour l'arrêt d'urgence ainsi que pour le déverrouillage de l'arrêt d'urgence.

Le déverrouillage de l'arrêt d'urgence n'entraine aucun redémarrage de pompe.

I.5 Automatisation de chargement et de déchargement

I.5.1 Procédure de déchargement

❖ Début de déchargement

Lorsque l'opérateur de déchargement à raccordé et disposé un ou plusieurs postes de déchargement, il informe par interphone, l'opérateur en salle de contrôle effectue les vérifications et les actions suivantes :

- Vérification du nombre de wagons en déchargement signalé en salle de contrôle par la position des fins des courses des vannes de chaque poste raccordé.
- Vérification de la mise à la terre des quais des déchargements concernés.
- Prépositionnement de la vanne de limitation de débit au refoulement des pompes de façon à ce que le débit de déchargement de chaque camion soit au maximum de $40m^3/h$.
- Choix du réservoir recevant le produit en ouvrant la vanne motorisée correspondante.
- Vérification du niveau haut du bac recevant le produit.

Après que toutes les vérifications sont effectuées, l'opérateur de la salle de contrôle réalise les actions suivantes :

- Ouverture de la vanne HCV correspondante à petit débit.
- Démarrage d'une ou deux pompes selon le nombre de camion en déchargement.

Pour éviter les problèmes de cavitations en fin de déchargement dus par exemple à la vidange complète, l'opérateur en salle de contrôle doit :

- Soit arrêter une pompe dans le cas où 2 pompes sont en service.
- Soit limiter le débit de déchargement en agissant sur la vanne de limitation de débit HCV en fonction de l'indication de débit.

❖ Sécurité de déchargement

Les sécurités de déchargement gérées par l'automate MDP sont :

Au cours du déchargement, la détection de niveau haut dans les réservoirs en remplissage LAHH qui stoppe automatiquement le déchargement par :

- Arrêt de la ou des pompes en service.
- Fermeture de la vanne motorisée concernée MOV.

En fin de déchargement, la détection de niveau bas dans la tuyauterie LAL qui stoppe automatiquement le déchargement par l'arrêt temporisé à 5s de la pompe ou des pompes en service.

❖ Fin de déchargement

Lorsque les opérateurs de déchargement sont terminés, l'opérateur local en avertit par interphone l'opérateur en salle de contrôle qui :

- Arrête la ou les pompes en service.
- Ferme la vanne motorisée concernée.

I.5.2 Procédure de chargement

Chaque bras et ilot de chargement sont équipés de leurs propres automatismes et contrôles comprenant comme éléments principaux :

- Des opérateurs électroniques de comptage pour les automatismes et comptages de chaque bras
- Des lecteurs de badge 1 ou 2 voies suivant le type (source ou dôme) pour la gestion des ilots.
- Des vannes multifonctions.
- Des mesureurs.
- Des dispositifs de détection de gaz.
- Des mises à terre.
- Des sondes anti-débordement pour les chargements en source.

Lorsque les conditions de chargement d'un bras sont effectives, l'automatisme du bras envoie à l'automate des MDP l'information « Demande produit ».

L'opérateur en salle de contrôle choisit l'ordre de démarrage automatique des pompes, ouvre la vanne de soutirage du réservoir concerné.

La mise en service automatique des pompes est réalisée en fonction du nombre de demande de produit.

Au-delà de 5 bras en demande de produit, le débit disponible étant limité à 600 m³ /h. le débit de chaque bras diminue en proportion des bras utilisés, ceci entraînant une augmentation du temps de chargement.

Lorsque les demandes de produit diminuent, et afin de ne pas solliciter les pompes est temporisé à 15 minutes.

Si après une diminution de demande de produit, de nouvelles demandes sont adressées à l'automate, les ordres d'arrêt temporisés sont supprimés en fonction du nombre de demande de produit.

✚ Remarque

L'introduction de la carte à puce dans le TISI et l'orientation du bras entraînent une « demande produit ». Ces demandes de produits démarrent automatiquement les pompes de chargement si l'opérateur en salle de contrôle a ouvert la vanne de soutirage du bac concerné.

Pour avoir un diversement de produit, l'opérateur doit ouvrir la vanne « HOMME MORT » et mettre le bras dans le compartiment à remplir. Autrement si ces deux conditions ne sont pas vérifiées alors le produit serait bloqué dans la tuyauterie, provoquant ainsi une augmentation de pression.

Pour y remédiera cet inconvénient le centre a prévue des vannes de recyclages « BY-PASS » s'ouvrant par augmentation de pression. Ainsi le produit serait recyclé jusqu'à ce que la vanne « HOMME MORT » soit ouverte (diminution de pression ce qui impliquerait la fermeture de la vanne « BY-PASS »).

I.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté et étudié le processus de fonctionnement du centre de stockage et distribution des carburants et nous nous sommes mis en contact avec toutes ces installations existantes et leurs fonctionnalités. Et cela dans le but de faciliter le procéder de modélisation que nous allons étudier dans le chapitre qui suit.

chaptirell:
Modélisation
du Centre
CSD NAFTA à
l'aide du Grafcet

II.1 Introduction

Pour être analysé, communiqué et compris, le fonctionnement d'un système automatisé doit être modélisé. Selon les moments de la vie du système, les modèles sont différents pour répondre à des besoins précis et variés (dessins mécaniques, algorithmes, ...etc.). Il est donc essentiel que les méthodes et outils utilisés permettent de véhiculer les informations élaborées au long du cycle de la vie du système.

Dans ce deuxième chapitre, on a choisi le Grafcet pour représenter le fonctionnement de notre système automatisé.

II.2 Définition du Grafcet (Graphe de Commande Etape Transition)

Le Grafcet est un modèle de représentation graphique des comportements dynamiques de la partie commande, préalablement défini par ses entrées et ses sorties.

Il décrit les interactions entre la partie commande et la partie opérative à partir de la frontière d'isolement en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent. Ce modèle est défini par un ensemble constitué :

- ✓ D'éléments graphiques de base : les étapes, les transitions et les liaisons orientées, formant l'ossature graphique du Grafcet.
- ✓ D'une interprétation, traduisant les comportements de la partie commande vis-à-vis de ses entrées/sorties et caractérisée par les actions associées aux étapes et les réceptivités associées aux transitions.
- ✓ De cinq règles d'évolution, définissant formellement le comportement dynamique. [6]

II.3 Eléments de Base d'un Grafcet

Le Grafcet utilise une succession alternée d'étapes, auxquelles sont associées des actions, des transitions avec leurs réceptivités et des liaisons orientées.

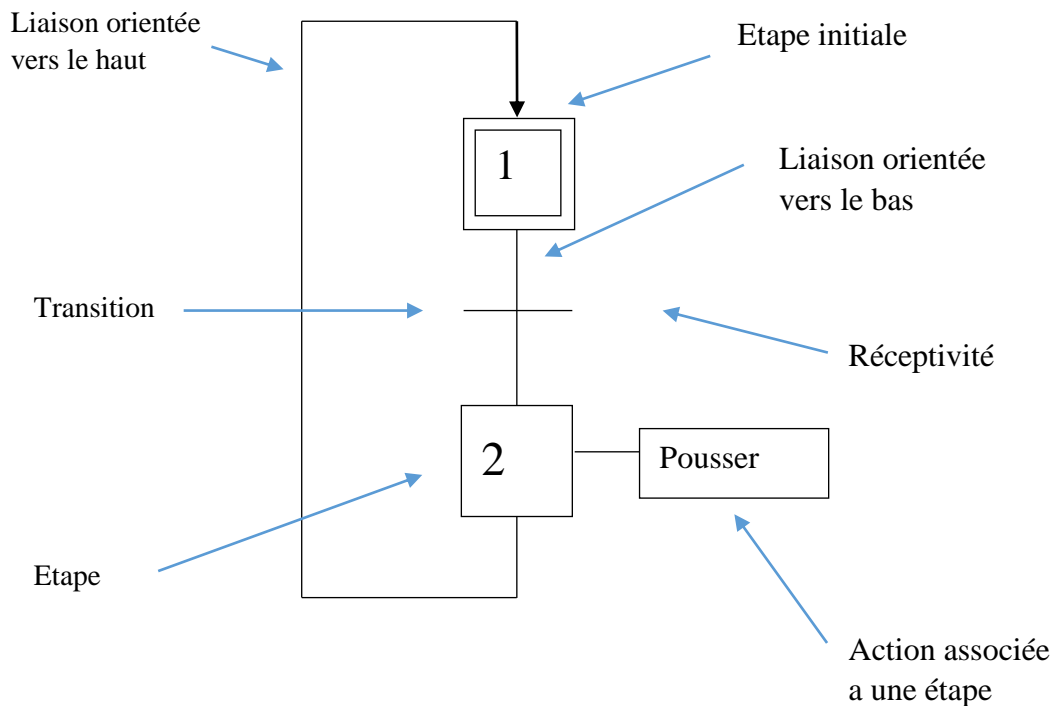


Figure II.1 : La symbolisation du GRAFCET.

II.3.1 Les étapes

Une ETAPE correspond à une phase durant laquelle on effectue une ACTION pendant une certaine durée. L'étape est active, on le précise en y ajoutant un point.

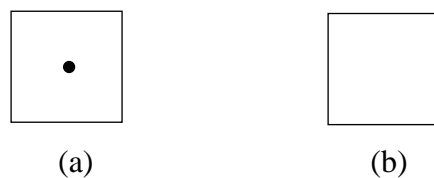


Figure II.2 : Etape active (a)/ Etape inactive (b)

❖ Etape initiale

L'étape initiale représente l'étape active du système au début du fonctionnement. Elle se différencie en doublant les côtés du carré.

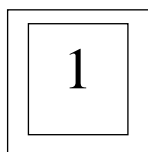


Figure II.3 : Etape initiale.

❖ Les actions associées à une étape

A chaque étape sont associées une ou plusieurs actions. Ces dernières réalisent ce qui doit être fait chaque fois que l'on active les étapes auxquelles elles sont associées. Ces étapes peuvent être externes (sortie de l'automate pour commander de processus) ou internes (temporisation, comptage, ... etc.). [7]

Une étape ne peut avoir aucune action.

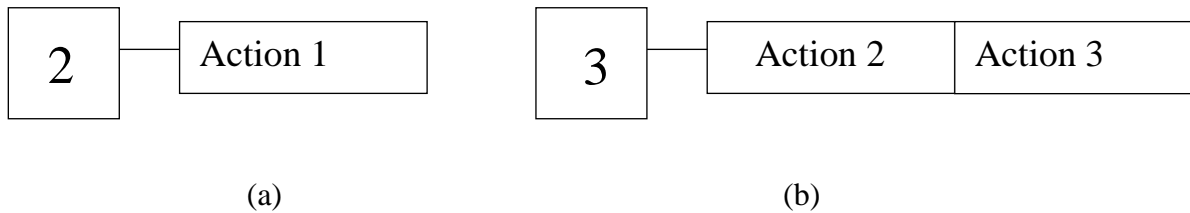


Figure II.4 Etape simple (a)/ Etape a plusieurs actions (b).

Il est possible de définir plusieurs types d'action.

II.3.2 Les transitions et les réceptivités associées

❖ Les transitions :

Une transition est une condition de passage d'une étape à une autre. Elle n'est que logique (dans son sens Vrai ou Faux) et sans notion de durée. A chaque transition est associée une réceptivité.

On représente une transition par un trait vertical.

❖ Les réceptivités

La réceptivité est une condition logique qui doit être remplie pour le franchissement de la transition. Elle est représentée à droite de la barre représentant la transition.

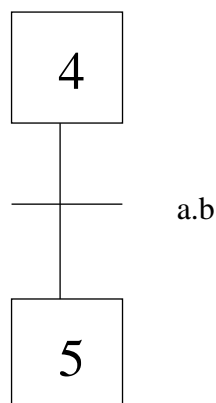


Figure II.5 : Réceptivité associée à l'étape.

- **Réceptivité toujours vraie**

Est une réceptivité dont la valeur logique est toujours « =1 », le franchissement de cette transition se fera dès que les étapes précédentes sont actives.

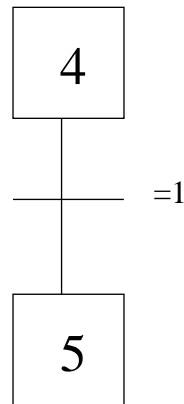


Figure II.6 : Réceptivité toujours vraie.

- **Réceptivité à niveau**

La réceptivité à niveau est une réceptivité faisant intervenir une condition logique.

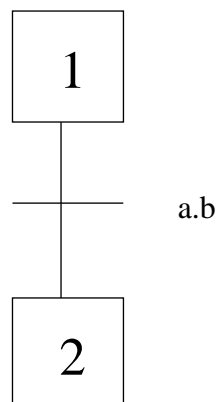


Figure II.7 : Réceptivité à niveau.

II.4 Liaison orientées

Une liaison est un arc orienté (ne peut être parcouru que dans un sens). A une extrémité d'une liaison il y a une seule étape, à l'autre une transition. On la représente par un trait plein et rectiligne, vertical horizontal.

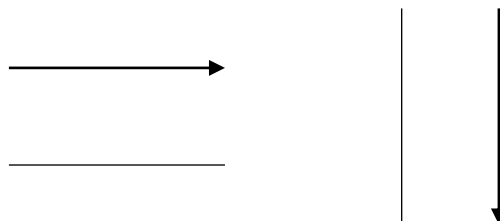


Figure II.8 : Liaison orientées.

II.5 Temporisation

La temporisation est une réceptivité qui permet une prise en compte du temps. Elle implique l'utilisation d'un temporisateur. Ce type de réceptivité est noté comme suit :

$T/Xi/Q$ où i est le numéro de l'étape comportant l'action de temporisation, et Q est la durée écoulée depuis l'activation de l'étape Xi . [6]

II.6 Sélection de séquence et séquence simultanées

Le modèle Grafcet présente deux structures particulières, la sélection de séquence et les séquences simultanées.

II.6.1 Sélection de séquence

La sélection de séquence dans un Grafcet permet de choisir une suite d'étapes plutôt qu'une autre. Cette structure est composée d'une seule étape en amont de plusieurs transitions en aval qui permettent le choix de la séquence. Elle se représente à l'aide d'un simple trait horizontal. La fin d'une sélection de séquences permet la reprise d'une séquence unique.

II.6.1.1 Saut d'étape

Les sauts d'étapes permettent de sauter plusieurs étapes en fonction des conditions d'évolution. Le saut d'étape comprend au minimum le saut d'une étape.

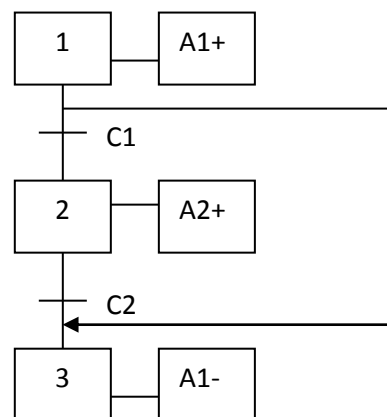


Figure II.9 : Saut d'étape.

II.6.1.2 Reprise d'étape

La reprise d'étapes au contraire permet de recommencer plusieurs fois si nécessaire la même séquence. La reprise des séquences doit comporter au moins trois étapes puisque l'activation d'une étape comporte la désactivation de l'étape précédente et la validation de l'étape suivante.

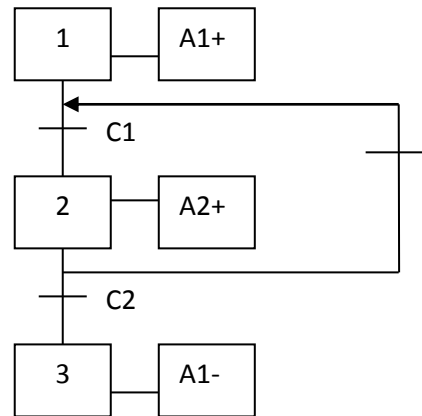


Figure II.10 : Reprise d'étape.

II.6.2 Séquence simultanées

Lorsque l'on souhaite réaliser plusieurs séquences simultanées, on utilise cette structure. Elle est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont qui permet de déclencher simultanément plusieurs séquences d'étape. Elle est représentée à l'aide d'un double trait horizontal.

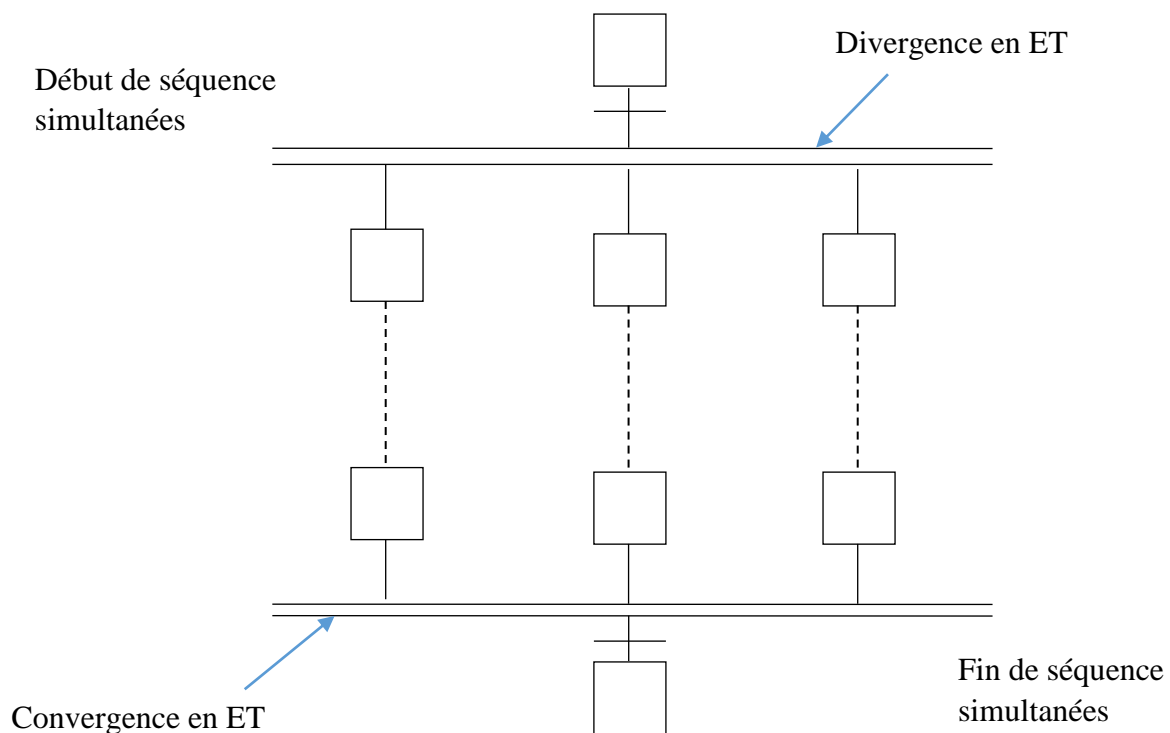


Figure II.11 : Représentation de séquences simultanées.

II.7 Règles d'évolution d'un Grafcet

La modification de l'état de l'automatisme est appelée évolution, et est régie par 5 règles.

II.7.1 Les Règles qui faut suivre

- **Règle 1 (situation initiale)**

La situation initiale d'un Grafcet caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement.

- **Règle 2 (franchissement d'une transition)**

Une transition est soit validée, soit non validée elle est non validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives.

Elle ne peut être franchie que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité est vrai. Elle est alors obligatoirement franchie.

- **Règle 3 (évolution des étapes actives)**

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

- **Règle 4 (évolution simultanée)**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

- **Règle 5**

Si au cours du fonctionnement une étape doit être à la fois activées et désactivées, elle reste active. [6]

II.7.2 Erreurs de Grafcet

- ❖ **Erreurs de fond**

Deux étapes ou deux transitions ne peuvent pas se suivre. Une divergence en OU est toujours fermée par une convergence en OU. Il est de même pour la divergence en ET.

- ❖ **Erreurs de forme**

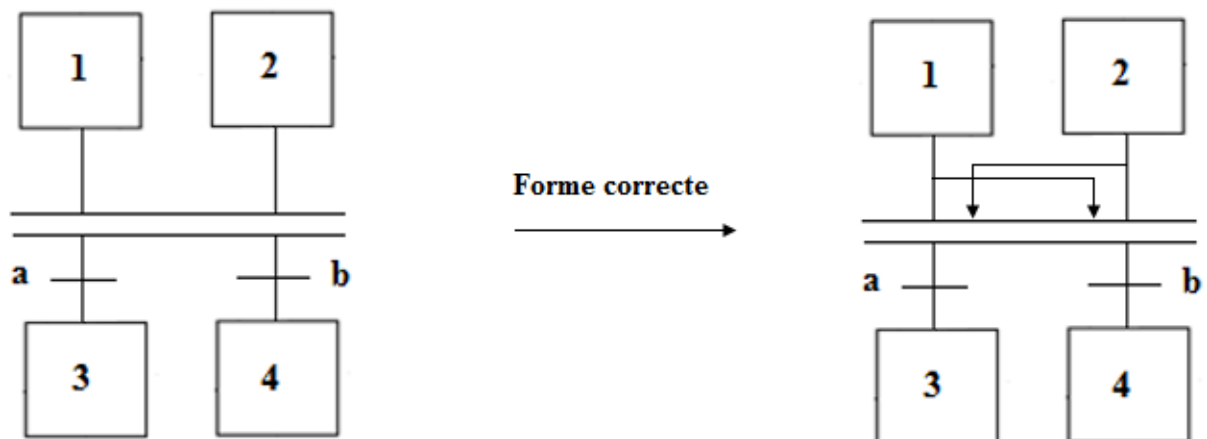
Pour éviter ces erreurs deux règles sont à retenir :

- **Règle 1**

Aucun accès aux symboles (étape ou transition) n'est autorisé en dehors du regroupement de liaisons prévues.

- **Règle 2**

Les regroupements de liaison (simple ou double trait) ne peuvent être ni isolés des symboles, ni communs à plusieurs symboles.[6]

Exemple**II.8 Niveau d'un Grafcet****II.8.1 Grafcet du niveau 1**

Ce Grafcet décrit sous forme d'actions fonctionnelles le comportement de la partie opérative pour obtenir les actions désirées. Dans ce Grafcet le système sera décrit sous forme littérale, sans tenir compte de la technologie utilisée. Il est souvent utilisé pour vendre ou décrire un système. Il est l'outil idéal pour expliquer un système à des non professionnels ou établir un cahier des charges. [7]

II.8.2 Grafcet du niveau 2

A ce niveau, le concepteur s'implique dans le fonctionnement de la partie commande. Le langage est codé. Il reçoit des informations et émet des ordres, le choix technologique est retenu.

Ce Grafcet met en œuvre et décrit la partie opérative et s'adresse à des spécialistes. Il est utilisé pour la réalisation ou le dépannage des systèmes automatisés. [7]

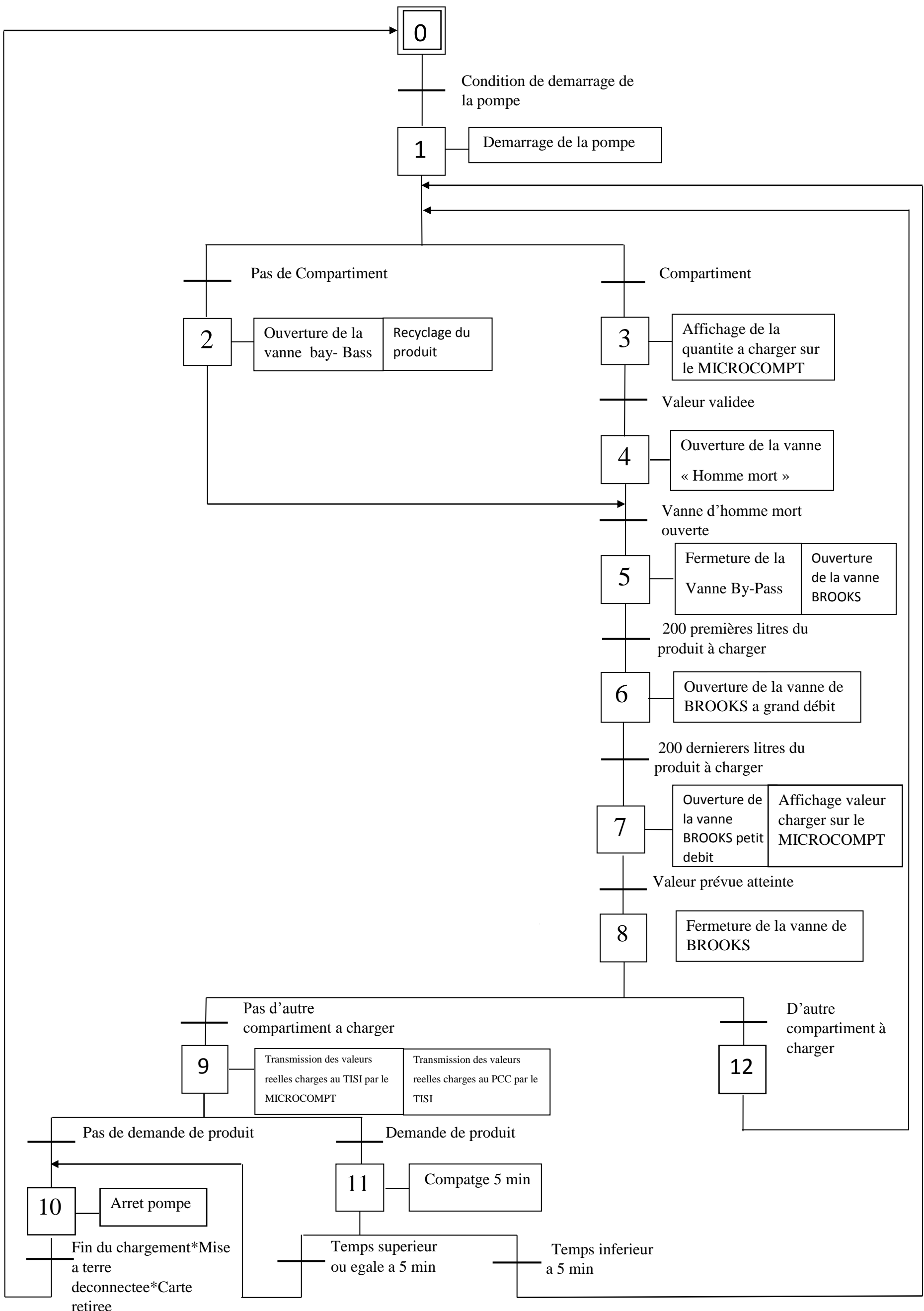
II.9 Cahier des charges de la procédure de déchargement

- Mise à la terre et connexion du raccordement au collecteur par l'opérateur à la présence d'un ou plusieurs camions à charger.
- Choix du réservoir recevant le produit en ouvrant la vanne motorisée correspondante par l'opérateur de salle de contrôle :
 - ✓ Appuis sur le BpOmov8102 pour ouvrir mov8102 du réservoir TK5.
 - ✓ Appuis sur le BpOmov8104 pour ouvrir mov8104 du réservoir TK6.
- Prépositionnement de la vanne de limitation de débit (vanne HVC) au refoulement des pompes de façon à ce que le débit de déchargement de chaque camion soit au maximum de $40\text{m}^3/\text{h}$, ouverture de la vanne HCV à petit débit en appuyant sur bpHCV+.
- Vérification de niveau très haut du bac recevant le produit (TK5 ou TK6).
- Démarrage d'une ou deux pompes en appuyant sur le bouton lancement, une fois cette action est effectuée, le démarrage des pompes sera automatisé et effectué par l'algorithme suivant :
 - ✓ La pompe 01 démarre à petit débit (débit $< 160\text{m}^3/\text{h}$).
 - ✓ La pompe 02 démarre à grand débit (débit $> 160\text{m}^3/\text{h}$).
 - ✓ Si la pompe 01 est en panne, pompe 03 prend le relai (petit débit).
 - ✓ Si la pompe 02 est en panne, pompe 03 prend le relai (grand débit).
 - ✓ La variation du débit sera effectuée par l'opérateur de la salle de contrôle selon le nombre de camion en déchargement, ce qui mène aussi en relation le démarrage et l'arrêt de toutes les pompes.
 - ✓ Au cours du déchargement, si le capteur crtuy détecte une présence d'air dans la tuyauterie une alarme sera déclenchée, on doit alors :
 - Ouvrir l'évent et actionner la vanne HCV à moins de $160\text{m}^3/\text{h}$ (avant écoulement de 30s).
 - Arrêt toutes les pompe et de vanne HVC (après écoulement de 30s) par l'automate.
- L'appuie sur l'arrêt d'urgence entraînera l'arrêt automatique de toutes les pompes ainsi que la fermeture des vannes.

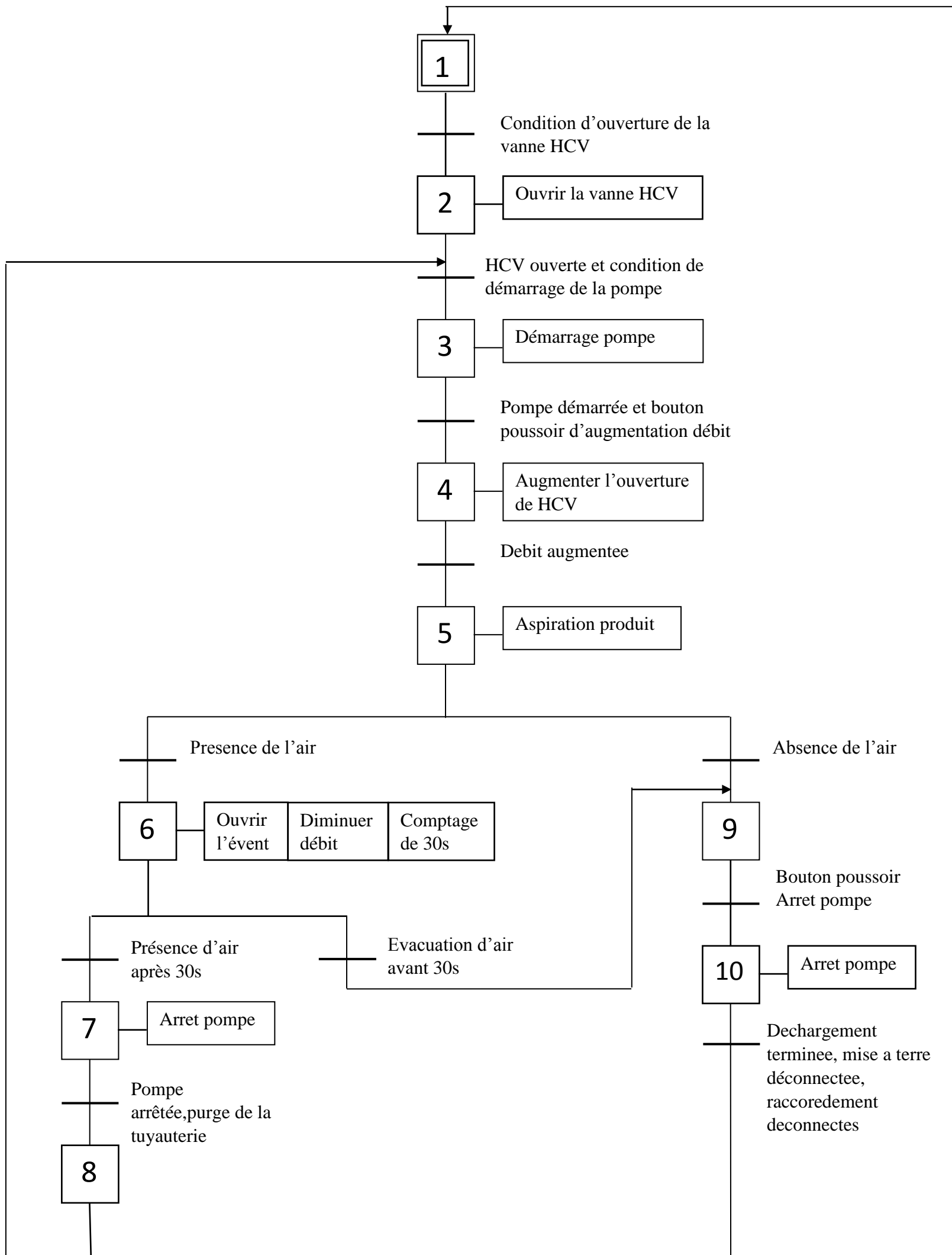
II.10 Application du Grafcet pour modéliser les deux procédures de déchargement et de chargement

Pour mieux comprendre les deux opérations effectuées au sein du centre de stockage et de distribution NAFTAL, chargement et déchargement des produits pétroliers ; nous avons modélisé le de commande à l'aide du Grafcet.

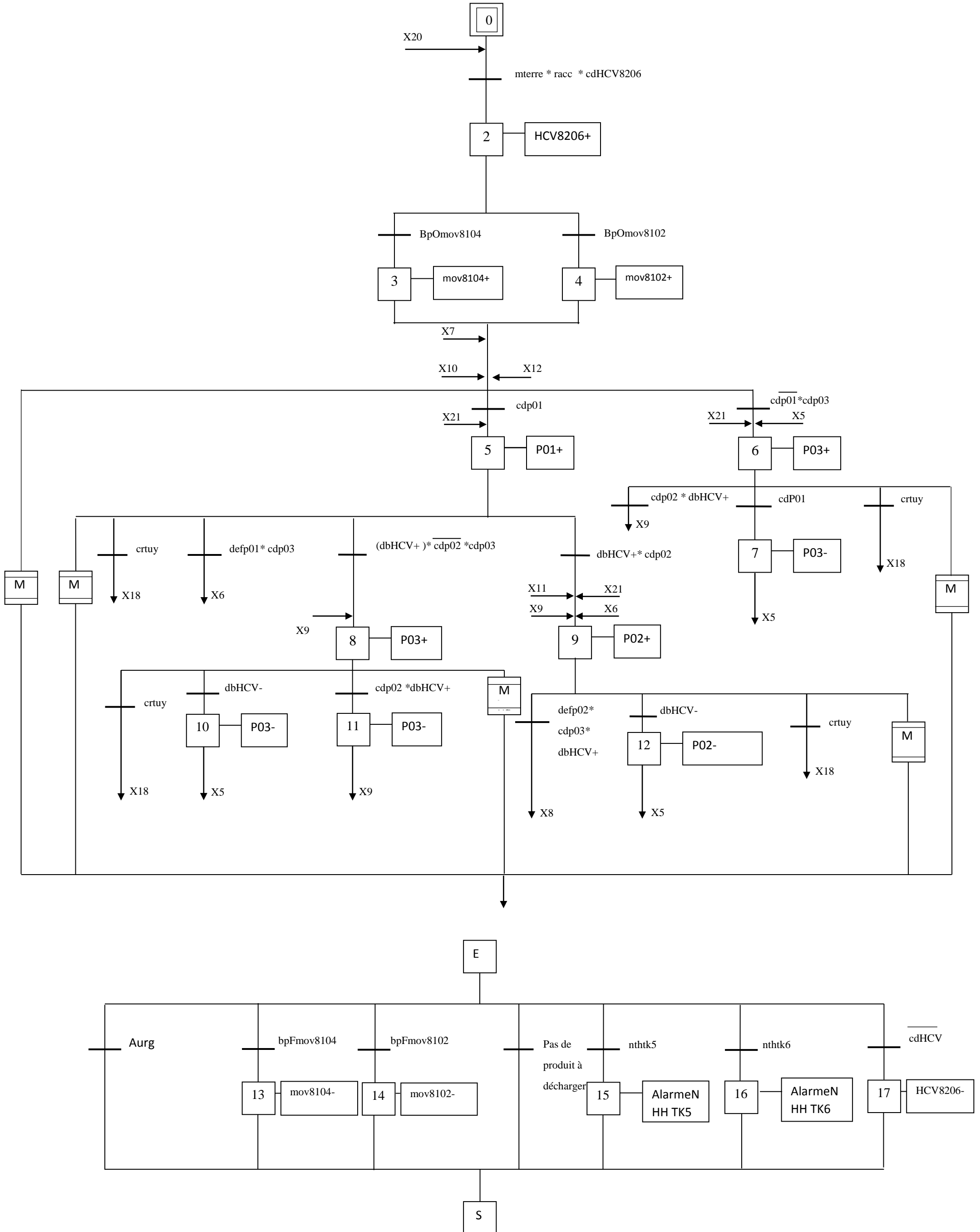
Nous avons élaboré en premier lieu un Grafcet de niveau 1 pour expliquer le système, puis le Grafcet niveau 2 de la déchargement du super qui met en œuvre et décrit la partie opérative.



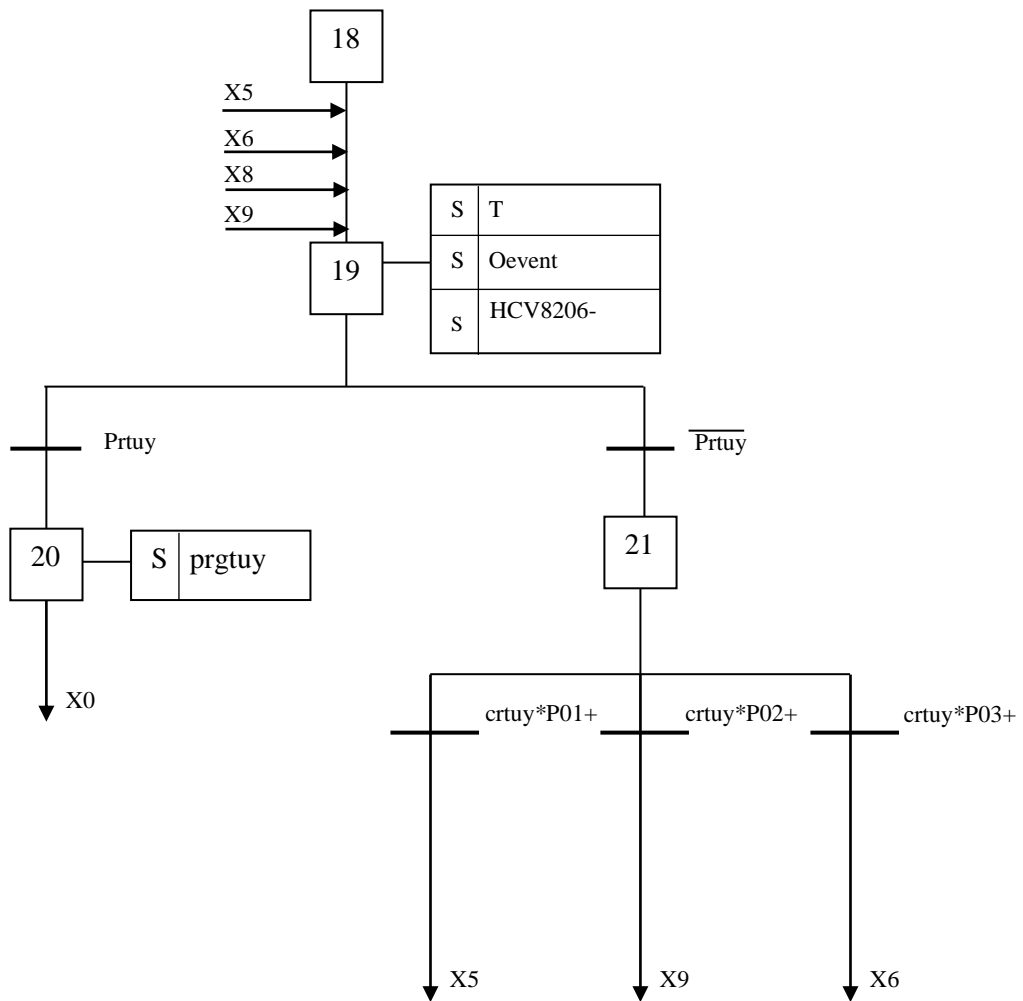
GRAFCET niveau (1) de la procédure de chargement



GRAFCET niveau (1) de la procedure de dechargement.



Grafcet niveau2 de la procédure du déchargement



Grafcet niveau2 de la procédure du déchargement

❖ Abréviations utilisées dans le modèle

➤ Actions

HCV8206+ :Vanne HCV8206 ouverte.

HCV8206- : Vanne HCV8206 fermée.

mov8102+ :Vanne mov8102 ouverte.

mov8104+: Vanne mov8104 ouverte.

P01+ : Pompe01 démarrer.

P01- : Pompe01 arrêter.

P02+ :Pompe02 démarrer.

P02- : Pompe02 arrêter.

P03+ :Pompe03 démarrer.

P03- : Pompe03 arrêter.

crtuy :capteur d'air dans la tuyauterie.

Prtuy :présence d'air dans la tuyauterie après 30s.

T: Temporisateur.

➤ Transition

mterre : Mise à la terre.

rcc : Raccordement connecté.

cdHCV8206 : Condition d'ouverture/fermeture de HCV8206.

BpOmov8102 :bouton ouverture vanne mov8102.

BpOmov8104 :bouton ouverture vanne mov8104.

dbHCV- : Débit diminuer.

dbHCV+ : Débit augmenter.

cdp01 :condition marche/arrêt de p01.

cdp02 : condition marche/arrêt de p02.

cdp03 : condition marche/arrêt de p03.

defp01 :défaillance pompe p01.

defp02 :défaillance pompe p02.

Aurg :arrêt d'urgence.

nthtk5/6 :niveau très haut de tk5/tk6.

II.11 Conclusion

Au terme de ce chapitre nous avons modélisé les différentes unités du centre en utilisant l'outil de Grafcet qui nous permettras le passage de la partie opérative a la partie commande. Dans ce qui va suivre, on se consacrera à l'étude de l'automate programmable et son langage de programmation.

chapitre III:
Automatisation
de l'unité de
déchargement
avec l'API S7 300

III.1 Introduction

Après avoir fait une étude générale sur toutes les installations du CSD NAFTAL, nous avons constaté que les deux fonctions principales chargement/déchargement des produits pétroliers du centre sont automatisés, c'est pour cela on a consacré ce chapitre à l'étude des automatismes en générale. Les automates programmables industriels, particulièrement S5 135U et le S7 300matériel et logiciel.

III.2 Automatisation de la production

L'automatisation de la production consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination, auparavant exécutées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelé 'Partie commande'.

La partie commande mémorise le savoir-faire des opérateurs pour obtenir la suite des actions à effectuer sur les matières d'œuvres afin d'élaborer la valeur ajoutée. Elle exploite un ensemble d'informations prélevées sur la partie opérative pour élaborer la succession des ordres nécessaires pour obtenir les actions souhaitées.

III.3 Objectif de l'automatisation

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- Accroître la productivité du système.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit.
- S'adapter à des contextes particuliers (chaleur, froid, éloignement, ...).
- Augmenter la sécurité, ...

III.4 Automate programmable industriel

Grace à ses différents avantages, voir sa souplesse d'utilisation, son adaptation à tous les milieux industriels, ainsi que son encombrement réduit, l'API est actuellement le moyen le plus utilisée dans la commande des systèmes automatiques de production (SAP).

III.4.1 Définition d'un automate programmable industriel

Un automate programmable industriel, ou API, est un dispositif électronique programmable destiné à piloter des procédés ou parties opératives, et adaptable à un maximum d'applications, du point de vue traitement, composant, langage.

Les APIs remplacent progressivement les équipements câblés, et grâce à leur structure, ils permettent de modifier simplement les séquences d'un processus, sans introduire les contraintes de câblages. [4]

III.4.2 Environnement d'un automate programmable industriel

L'environnement d'un automate programmable, est composé de :

Poste de contrôle, Partie opérative et Partie commande. [4]

III.4.2.1 Partie opérative

Elle regroupe l'ensemble des opérateurs techniques tel que les actionneurs et les capteurs qui assurent et contrôlent la production des effets utiles pour lesquels le système automatisé a été conçu. Elle est consommatrice d'énergie.

III.4.2.2 Partie commande

Elle élabore des ordres à partir des informations délivrées par les capteurs de la partie opérative (dialogue avec la machine) ou à partir des consignes qui sont données par l'opérateur (dialogue homme machine).

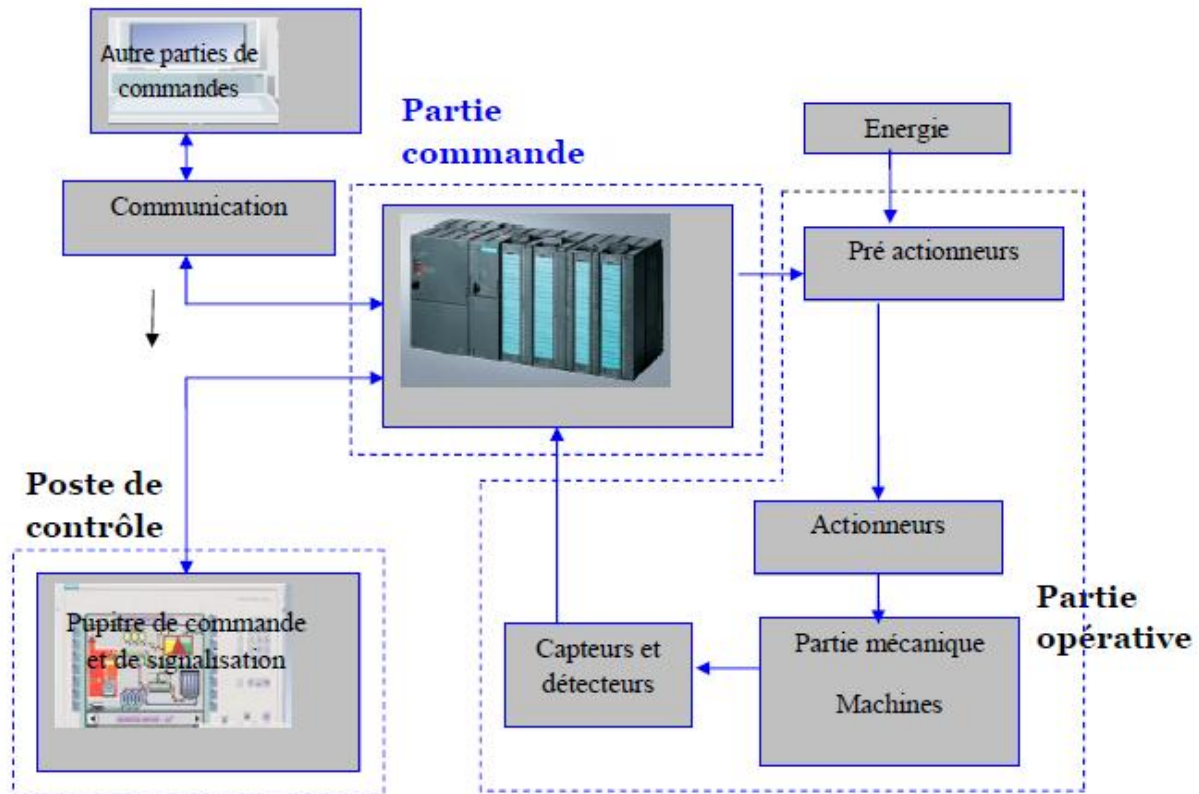


Figure III.1 : Environnement d'un Automate Programmable Industriel (API).

III.4.3 Architecture interne d'un automate programmable

Un automate est constitué principalement dans sa partie matérielle par :

- Les entrées auxquelles sont accordés les capteurs qui fournissent les informations relatives à l'équipement ou au procédé à commander ou à contrôler.
- L'unité arithmétique et logique, ou unité de traitement qui réalise les instructions logiques (ET. OU...) et arithmétiques (addition, comptage).
- Une console de programmation, intégrée ou non à la machine, servant à introduire les instructions « utilisateur » en instructions exécutables par l'automate.
- Les sorties qui émettent les ordres élaborés par l'unité de traitement vers les actionneurs (contacteur, électrovannes,... etc.).
- L'alimentation ainsi que les divers circuits annexes. [5]

III.4.4 Mode de fonctionnement

L'API fonctionne suivant un programme, il reçoit les informations des dispositifs d'entrées, prend des décisions sur les actions à exécuter (activer ou désactiver des sorties).

Principalement son rôle consiste à fournir à la partie opérative des instructions afin d'exécuter un travail précis.

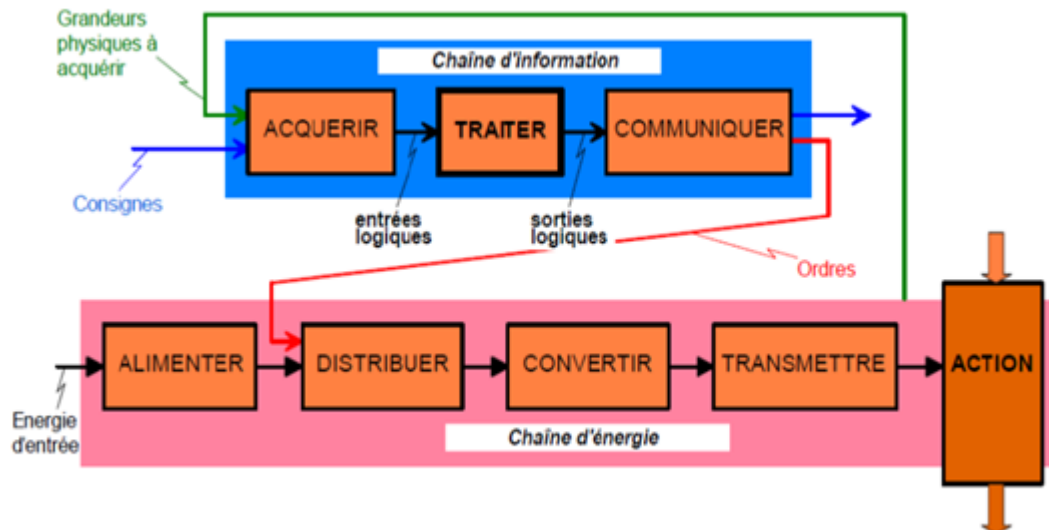


Figure III.2 : les automates programmables industriels réalisent la fonction TRAITER dans la chaîne d'informations.

III.4.5 Les Avantages des API

- ❖ L'API est flexible, du fait de sa programmation, la modification de sa tâche est facile, contrairement au cas des systèmes de commande à relais réel, dont toute modification nécessite l'ajout ou le retrait de relais, ainsi à la modification des raccordements ; et cette opération peut engendrer des erreurs de branchement qui peuvent provoquer des risques élevés.
- ❖ Il est moins encombrant que l'armoire de commande à relais, une unité centrale de traitement d'environ 0.1 m^3 peut remplacer des centaines de relais de commande, ainsi que tout le câblage qui relie leur contact.
- ❖ Ne provoque pas de bruit (silencieux), et consomme beaucoup moins d'énergie.
- ❖ Le fait qu'il ne dispose pas de pièces mobiles, lui offre plus de fiabilité, or que la commande à relais peut voir des commandes erronées, causées par l'usage des pièces en mouvement, tel que l'oxydation et le soudage des contacts des relais.[5]

III.4.6 Poste de contrôle

Il est composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants et de terminal de dialogue ou d'interface homme machine (IHM).

III.5 Programmation d'un API

Ecrire dans la mémoire, la description détaillée du travail à accomplir, l'API est conçue de manière à pouvoir être programmé facilement ; sans avoir recours à des connaissances informatiques.

Il existe plusieurs langages de programmation des API.

III.6 Mise en œuvre d'un API

D'abord on doit bien avoir des données claires sur notre procédé d'automatisation :

❖ A savoir

- Les différentes commandes qui gèrent notre système d'automatisation.
- Définir le fonctionnement des capteurs, pré-actionneurs, ainsi que tous les organes de sorte.
- Connaitre le déroulement du processus à réaliser.
Toute fois la mise en marche de l'API, doit nous permettre :
 - Une commande automatique de notre système.
 - Un accès à l'exploitation, voir la possibilité d'effectuer des réglages, et différentes fonctions de maintenance.
 - Une programmation, quand on envisage une première mise en œuvre.

La mise en œuvre suit les étapes suivantes :

- Etablir le grafcet correspondant au processus d'automatisation.
- Ecriture du programme, dont on peut procéder de deux manières, soit en écrivant le programme directement, ou bien en utilisant un logiciel d'assistance à la programmation.
- Effectuer un transfert du programme directement dans l'unité centrale de l'automate.
- Teste à vide, présentant la mise au point finale du programme.
- Raccordement de l'automate à la machine.

III.7 Automate utilisé dans l'installation

Pour réaliser la commande des deux procédures de chargement et de déchargement des produits pétroliers effectuées au centre de stockage et de distribution (CSD). Ce dernier s'est munit d'un Automate programmable industriel de type SIMATIC S5 135U.

L'automate programmable SIMATIC S5 assure des tâches telles que :

- ✓ La régulation.
- ✓ Le positionnement.
- ✓ Le comptage et dosage.
- ✓ La commande de distributeurs hydrauliques...etc.

Depuis 1er Octobre 2003, la firme SIEMENS a décidé de retirer le célèbre SIMATIC S5 de sa gamme standard et de le remplacer par le SIMATIC S7 car il représente un système plus moderne doté de fonctions très améliorées. Cela entraîne la non disponibilité des pièces de rechange, en effet la mise en place d'un autre automate industriel plus évolué est nécessaire pour assurer la continuité de la production du centre en cas de défaillance de l'ancien automate.

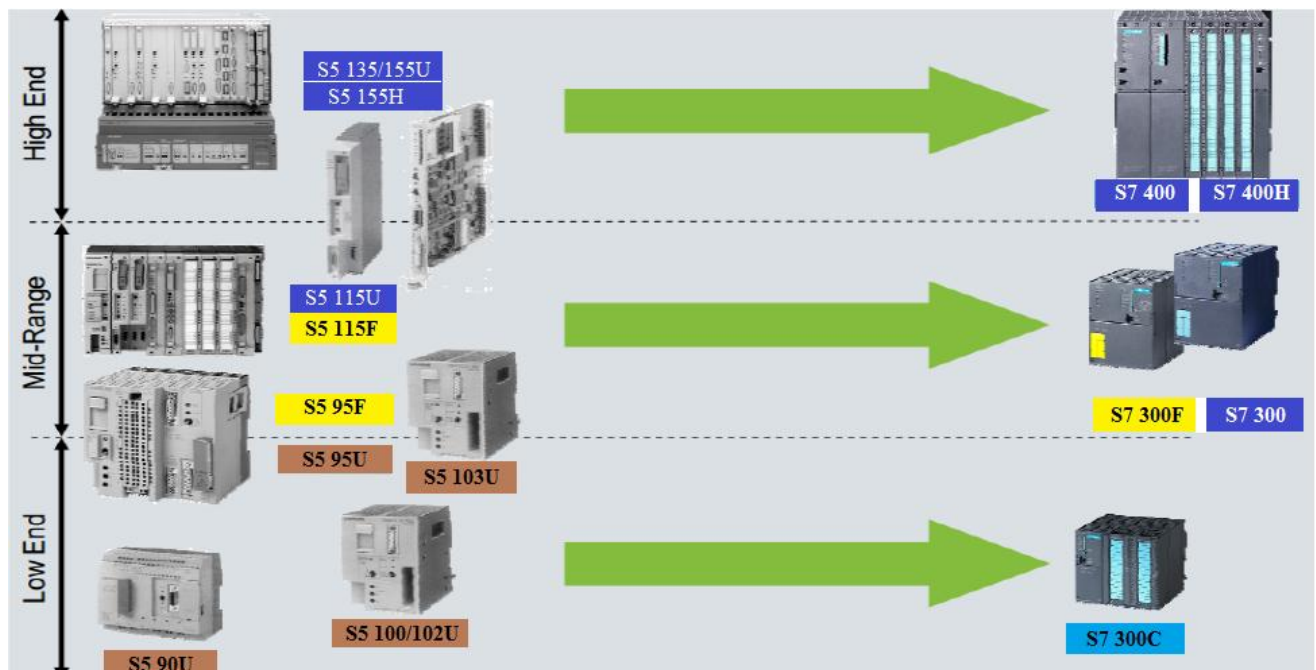


Figure III.3:équivalence d'automate S5 en S7.

III.8 Critères de choix d'un automate

Afin de choisir un automate, on doit faire référence au cahier des charges et choisir un dispositif qui nous permettra de mieux suivre et gérer le procédé, et cela en considérons les éléments suivants :

- Nombre d'entrées-sortie : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que les nombres d'entrées-sorties deviennent élevés.
- Type de processeur : la taille, la vitesse de traitements et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront toujours le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions et module spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage...) permettront de « soulager » le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées
- Fonction de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API), et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisé (Profibus).
- La qualité du service après-vente.[5]

III.9 Automate industriel choisi

L'automate S7-300 est un automate modulaire fabriqué par la firme SIEMENS, on peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules.

La gamme de modules comprend :

- Des CPU de différents niveaux de performance.
- Des modules de signaux pour des entrées/sorties TOR et analogique.
- Des modules de fonction pour différentes fonctions technologiques.
- Des processus de communication pour les taches de communication.
- Des modules d'alimentation pour le raccordement du S7-300 sur le secteur 120/320volts.
- Des coupleurs pour configurer un automate sur plusieurs profil-supports.

III.9.1 Les caractéristiques du S7-300

L'automate S7-300 possède les caractéristiques suivantes :

- Automate très performant, optimal dans la résolution des problèmes.
- Gamme diversifiée de CPU.

- Programmation libre.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Raccordement central de la console de programmation.

Plusieurs automates S7 300 peuvent communiquer entre eux aux moyens d'un câble-bus PROFIBUS pour une configuration décentralisée. [2]

✚ Remarque :

Les caractéristiques de l'API S7-300 conviennent parfaitement aux exigences de station de (CSD) NAFTAL, car il peut gérer sans extension 256 entrées/ sorties et avec extension jusqu'à 1024 entrées / sorties (numérique, logique ou analogique).

III.9.2 Modularité de S7-300

Le S7-300 est un mini automate modulaire, il dispose d'une vaste gamme de modules qui peuvent être combinés pour constituer un automate particulier adapté à une application donnée.

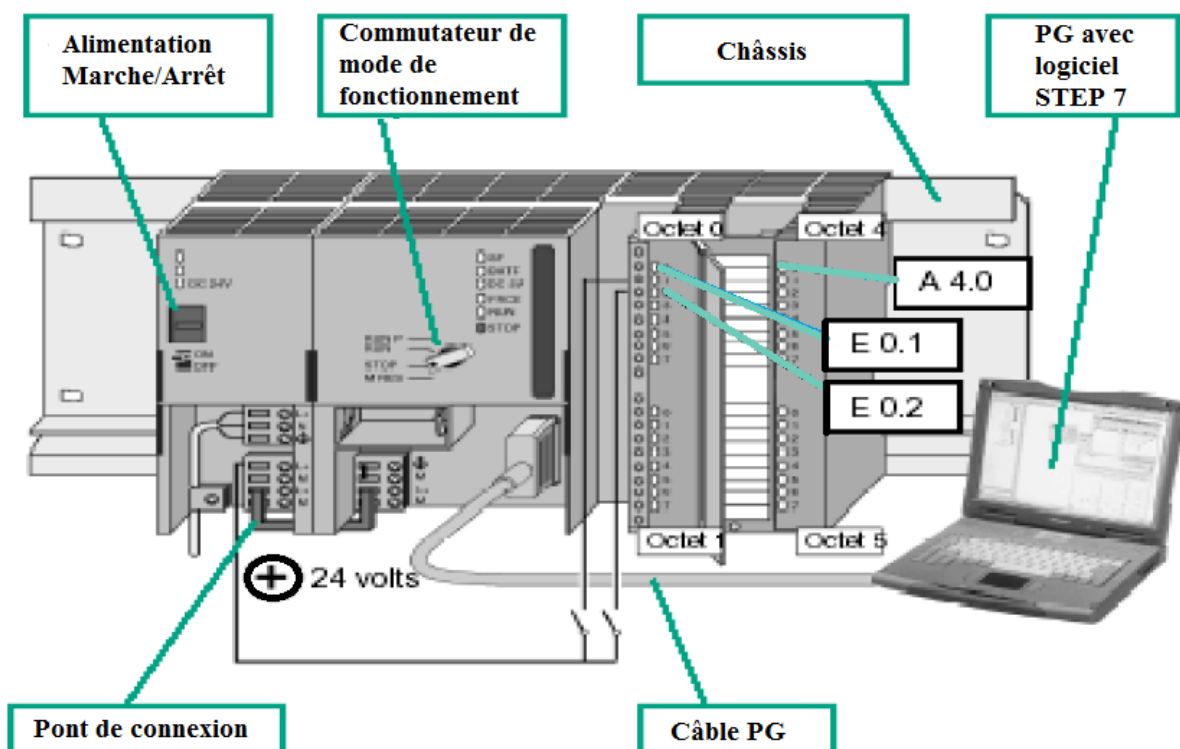


Figure III.4 : les différents modules du S7-300.

❖ Module d'alimentation (PS)

Le S7-300 nécessite une tension de 24 vcc. Le module d'alimentation assure cette exigence en convertissant la tension secteur 380 / 220 vca en tension de 24 vcc.

Une LED indique le bon fonctionnement du module d'alimentation et en cas de surcharge de la tension un témoin se met à clignoter.

❖ Unité centrale (CPU)

La CPU (Central Processing Unit) est le processeur de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme et commande les sorties. Le programme utilisateur est transféré dans la CPU depuis une console de programmation ou depuis une cartouche mémoire.

❖ Modules de signaux SM

Les modules de signaux établissent la liaison entre la CPU du S7-300 et le processus commandé. Il existe plusieurs modules de signaux.

• Modules d'entrées / sorties TOR

Les modules d'entrées / sorties TOR sont des interfaces pour signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers.

• Modules analogiques

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques.

❖ Modules de simulation

Ce sont des modules spéciaux qui offrent à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement.

❖ Châssis d'extension (UR)

Les châssis sont constitués d'un profilé support en aluminium, permettant le montage et le raccordement électrique des divers modules.

❖ Console de programmation (PG ou PC SIMATIC)

Les consoles de programmation SIMATIC sont des outils pour la saisie, le traitement et l'archivage des données machines et les données du processus ainsi que la suppression du programme.

III.10 Langage de programmation du S7 300

III.10.1 Définition du Step7

Le Step7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC, c'est un logiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation. Il permet une réalisation efficace des problèmes d'automatisation. Il existe en plusieurs version tels que : Step micro/Win pour les applications S7 300 et S7 400.[2]

III.10.2 Programmation de l'automate S7 300

Le Step7 nous offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

- ✓ Configuration et paramétrage du matériel.
- ✓ La création de programmes.
- ✓ Test mise en service, et maintenance de l'installation d'automatisation.
- ✓ Fonctions de diagnostic et d'exploitation lors de perturbations dans l'installation.

Avec le logiciel Step7, le programme peut être représenté et programmé dans trois modes différents :

- Logigramme « LOG ».
- Liste d'instruction « LIST ».
- Schéma à contacts « CONT ».

Chaque mode de représentation du programme a ses avantages mais aussi ces limites si les règles de programmation ont été respectées lors de la programmation, la compilation est possible dans les trois modes de représentation. Les programmes en CONT et en LOG sont en principe toujours traduisibles en LIST.

Dans la mémoire de programmation de l'automate, le programme est toujours stocké en LIST (plus exactement en langage machine).[2]

III.10.3 Les blocs S7

Le logiciel Step7 dans ces différents langages de programmation possède un bloc système réservé au système et un nombre important de blocs utilisateur, destiné à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les blocs important suivant :

III.10.3.1 Blocs système

Ce sont des fonctions ou des blocs prédéfinis qui sont intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ils sont appelés par le programme utilisateur en cas de besoin.

III.10.3.2 Blocs utilisateurs

Ils contiennent le code, le programme et les données du programme utilisateur.

❖ **Blocs d'organisations (OB)**

Un OB est une structure importante d'un programme utilisateur, il est appelé cycliquement par le système d'exploitation ; il gère le traitement de programme cyclique et déclenché par alarme ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs. Vous pouvez programmer les blocs d'organisations et déterminer ainsi le comportement de la CPU en résumé l'OB constitue l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur.

Les OB définissent l'ordre dans lequel les différentes parties du programme sont traitées.

L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un OB, cette interruption se fait selon la priorité.

❖ **Blocs fonctionnels (FB)**

Un bloc fonctionnel contient un programme qui est exécuté, lorsque ce bloc fonctionnel est appelé par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonctions complexes, comme la commande de moteur (accélération).

Un bloc de données d'instance est associé à chaque FB qui constitue la mémoire, les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques sont sauvegardés dans le bloc de données locales.

❖ **Fonction (FC)**

Les fonctions font parties des opérations que le concepteur du programme d'utilisateur, elle ne possède pas de mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sauvegardées dans la pile des données locales, ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données.

Une fonction contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc de code peut être utilisée pour :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exp : fonction mathématique).
- Exécuter une fonction technologique.

❖ **Blocs de données (DB)**

Les DB sont utilisés pour la mise à la disposition de l'espace mémoire pour les variables de type données, on a deux types de bloc :

- Bloc de données d'instance : il est associé à chaque appel de bloc fonctionnel transmettant des paramètres, il contient des paramètres effectifs et des données statique du FB, on appelle l'instance l'appel d'un FB pour un DB.
- Bloc de données globales (DB) : contrairement aux blocs de code (OB, FC, FB) les DB ne contiennent pas d'instruction STEP7. Ils servent à l'enregistrement de données utilisateur, ils contiennent des données variables que le programme utilisateur utilise.

Tout FB, FC, OB peut lire les données contenues dans un DB global ou écrire des données dans un DB global. Ces données sont conservées dans le bloc de données même lorsqu'on quitte le DB.

Le rôle des DB dans un programme utilisateur est illustré en figure suivante :

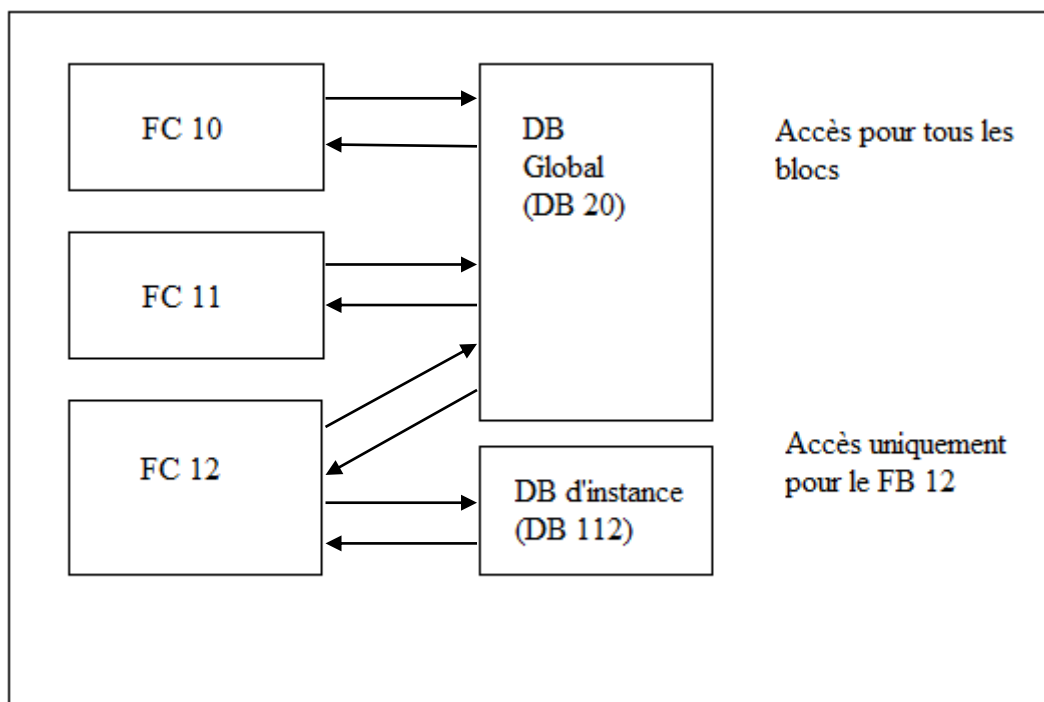


Figure III.5 : Illustration du rôle des DB dans un programme utilisateur.

❖ Blocs fonctionnels système et fonction système

Parmi les atouts des CPU S7, on trouve fonctions déjà programmées, qui peuvent être utilisées par le programme utilisateur.

- **Blocs fonctionnel système (SFB)**

Un SFB est un bloc fonctionnel intégré à la CPU S7. Comme les SFB font partie du système d'exploitation, ils ne sont pas chargés en tant que partie du programme.

Comme les FB, les SFB constituent des blocs avec mémoire, vous devez donc leurs

associés des blocs de données d'instance que vous chargez dans la CPU en tant que partie du programme.

- **Fonction système (SFC)**

SFC sont des fonctions préprogrammées et testées intégrées dans la CPU S7, elles peuvent être appelées par le programme utilisateur. Elles constituent dans blocs sans mémoire dans le système d'exploitation, elles sont pour rôles.

- ✓ L'adressage des modules.
- ✓ La mise à jour des MIE/ MIS et le traitement de champs binaire.
- ✓ La communication par données globales.
- ✓ Le diagnostic système ... etc.

- ❖ **Bloc de données système (SDB)**

C'est une zone de mémoire dans le programme, configurée par différentes applications de Step7 pour le stockage des données dans le système d'automatisation.

III.11 L'adressage des modules du S7 300

On a deux types d'adressage :

- ❖ **Adressage lié à l'emplacement**

Il s'agit du mode d'adressage par défaut, c'est-à-dire que le Step7 effectue à chaque numéro d'emplacement une adresse de défaut de modèle fixé à l'avance.

- ❖ **Adressage libre**

Dans ce mode d'adressage, il faut effectuer à chaque mode une adresse de votre choix, pourvu qu'elle soit continue dans la plage d'adresses possible de la CPU.

III.11.1 L'adressage des modules lié à l'emplacement

Dans le cas de cet adressage, (adressage par défaut), une adresse de début de module est affectée à chaque numéro d'emplacement sur le profilé support (châssis).

III.11.2 L'adressage absolu des modules de signaux

Ce type d'adressage est nécessaire pour adresser les voies des modules de signaux dans le programme utilisateur. Chaque sortie possède une adresse absolue déterminée par la configuration matérielle.

III.11.3 Adressage des modules TOR

L'adressage d'une entrée ou d'une sortie est constitué d'une adresse d'octet et d'une adresse de bit.

- L'adressage d'octet dépend de l'adresse de début de module.
- L'adressage de bit est indiqué sur le module.

III.11.4 Adressage des modules analogique

L'adressage d'une voie d'entrée ou sortie analogique est toujours une adresse de mot. L'adresse de la voie dépend de l'adresse de début par défaut est 256. L'adresse de début de chaque module analogique suivant est incrémentée de 16 par emplacement. Les voies d'entre et de sortie analogique d'un module d'E/S analogique on la même adresse de début.

III.11.5 Mémentos

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes à l'automate pour lesquelles l'émissions d'un signale n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des bistables servant a mémoriser les états logique 0 ou 1.

Chaque automate programmable dispose d'un grand nombre de mémentos (S7 300 dispose de 2048 bits de mémentos). On programme ces derniers comme des sorties. En cas de panne de la tension de service, le contenu sauvegardé dans les mémentos est perdu.

III.12 Traitement du programme par la CPU

Selon la manière de programmation choisie pour le problème d'automatisation, la CPU peut traiter le programme comme suite :

III.12.1 Programme linéaire

Dans le traitement linéaire du programme, les instructions sont traitées par l'unité de commande dans l'ordre dans lequel elles sont stockées dans la mémoire du programme. Lorsque la fin du programme (BE) est atteinte, le traitement du programme reprend depuis le début.

Le temps requis par l'appareil pour un traitement de toutes les instructions est appelé « temps cycle ». Le traitement linéaire du programme est généralement utilisé pour des commandes simples, de volume peu important et peut être réalisé au moyen d'un seul bloc d'organisation (OB).

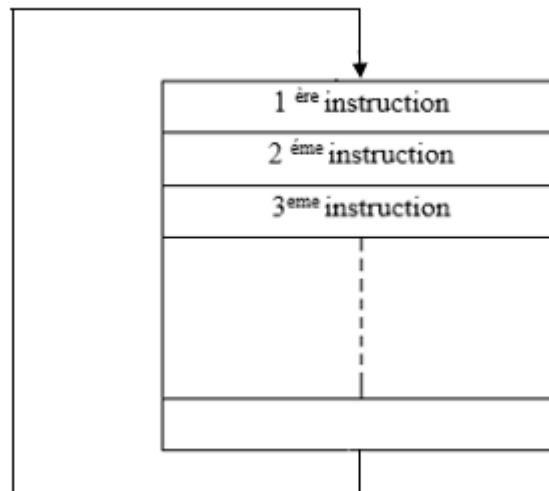


Figure III.6 : Programme linéaire.

III.12.2 Programme structuré

Pour les tâches d'automatisation de grande envergure, le programme peut être divisé en blocs de programme ordonnés par fonctions plus petites et faciles à manier. Ceci présente l'avantage de pouvoir tester séparément et de les regrouper en une seule fonction pour l'exécution.

Les blocs du programme doivent être appelés via les instructions d'appel de blocs (ALLxx/ UCxx/ CCxx). Si la fin d'un bloc est détectée, le traitement du programme se poursuit dans le bloc appelant.

Les entités intervenant dans cette structuration sont des blocs de code : les blocs d'organisation (OB), les blocs fonctionnels (FB), les fonctions (FC), les blocs de données (DB), les blocs fonctionnels système (SFB) et les fonctions système (SFC).

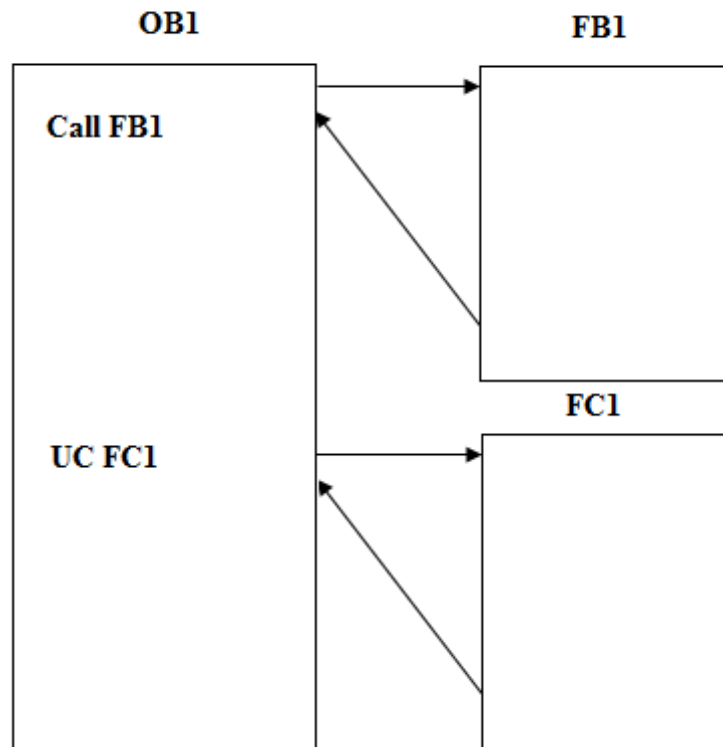


Figure III.7 : Programme structure.

III.13 Configuration matérielle

La configuration matérielle consiste en la disposition des châssis (racks), de modules et d'appareils de la périphérie centralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle on peut placer un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels.

Nous avons choisi une alimentation PS 307 10A pour le premier rack et PS 307 5A pour le deuxième rack, une CPU 314, 7 modules d'entrées logiques, 4 modules d'entrées analogiques, 2 modules de sortie logiques pour établir notre configuration matérielle.

Ce choix est justifié par le nombre d'entrées/sorties que possède notre installation ainsi que leurs natures.

Les entrées/sorties logiques pour ce qui est boutons poussoirs, capteurs, vannes, pompes, ...etc.

Les entrées analogiques pour l'acquisition des valeurs de niveau et température.

La figure suivante illustre notre configuration matérielle :

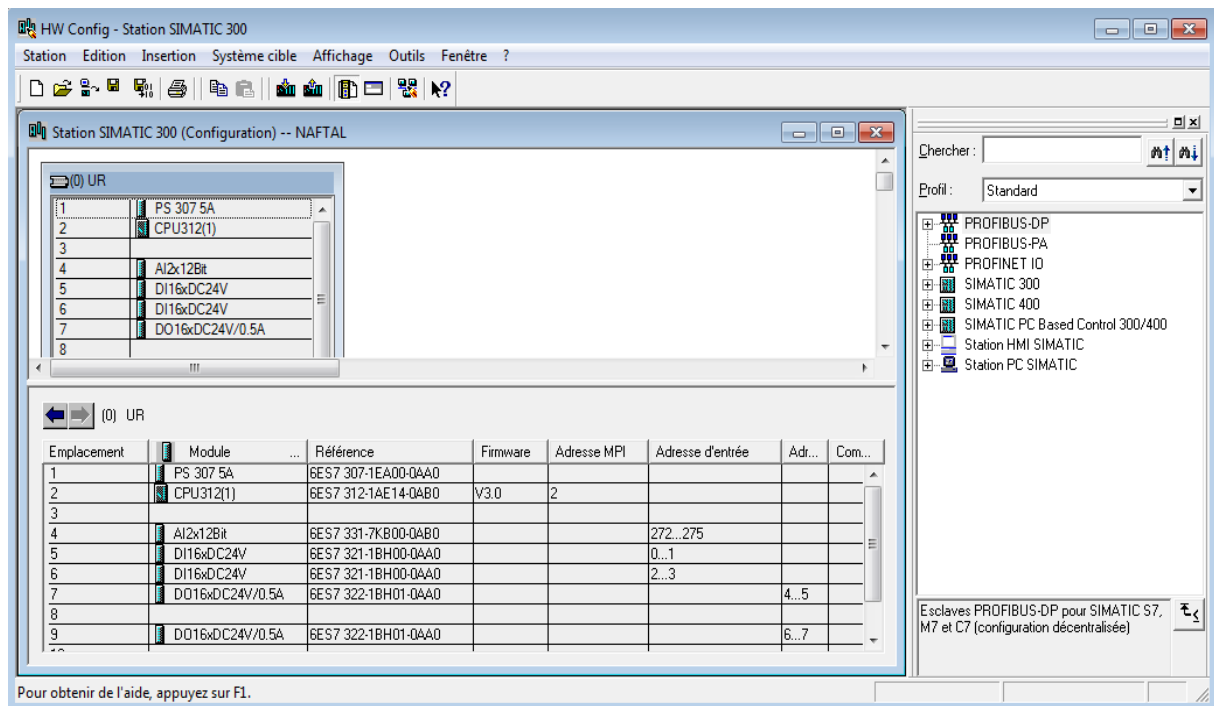


Figure III.8 : Configuration matérielle.

III.14 Structure de notre programme

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1 (programmation linéaire). Cela n'est recommandé que pour les programmes de petite taille.

Pour les automatismes complexes, ce qui est le cas de notre station, la subdivision en parties plus petites est recommandée, celles-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs (programmation structurée).

Cette structuration offre les avantages suivants :

- ✓ Ecriture des programmes importants mis clairs.
- ✓ Standardiser certaines parties du programme.
- ✓ Simplifier l'organisation du programme.
- ✓ Modifier facilement le programme.
- ✓ Simplifier le test du programme, car on peut l'exécuter section par section.
- ✓ Faciliter la mise en service.

Nous avons structuré notre programme comme illustre la figure suivante :

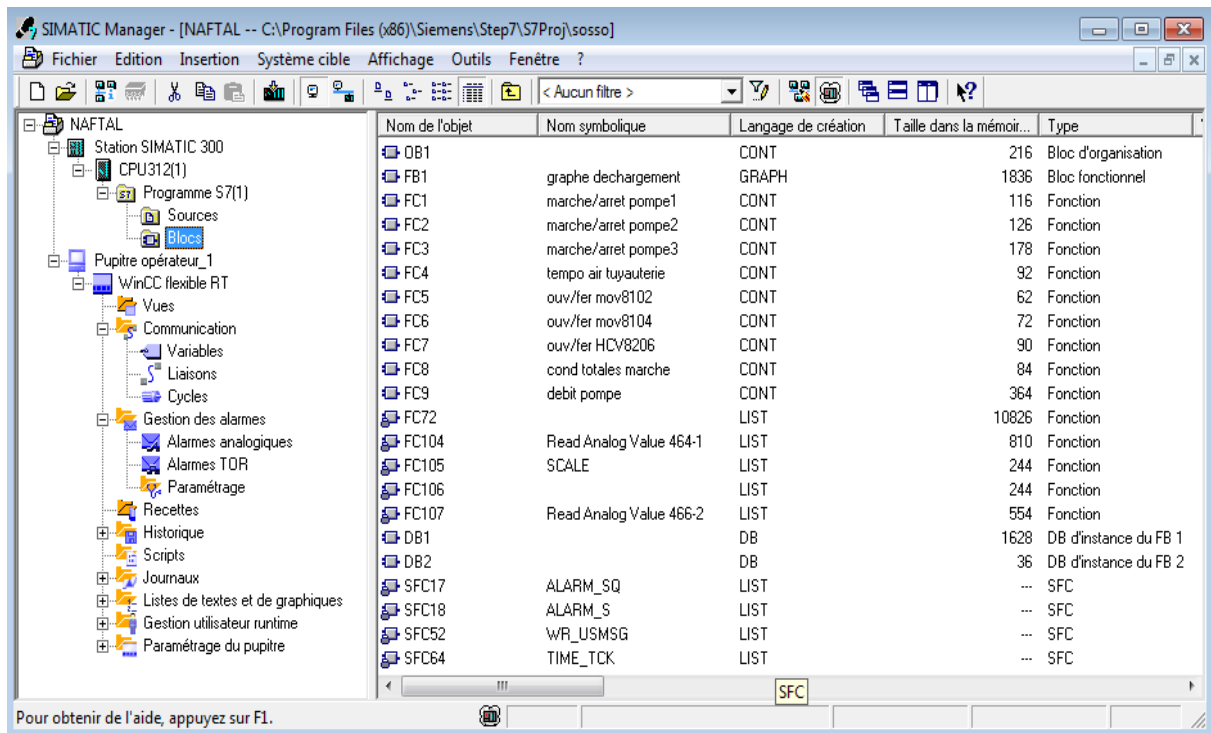


Figure III.9 : Structure de notre programme.

- Le Bloc OB1 c'est un bloc d'organisation contient l'ensemble des programmes.
- Le FB1 c'est le bloc fonctionnel il est réserver pour le S7graph.
- FC1, FC2 , jusqu'à FC9 sont les fonctions dont nous avons introduit nos programmes fonctionnels du système.

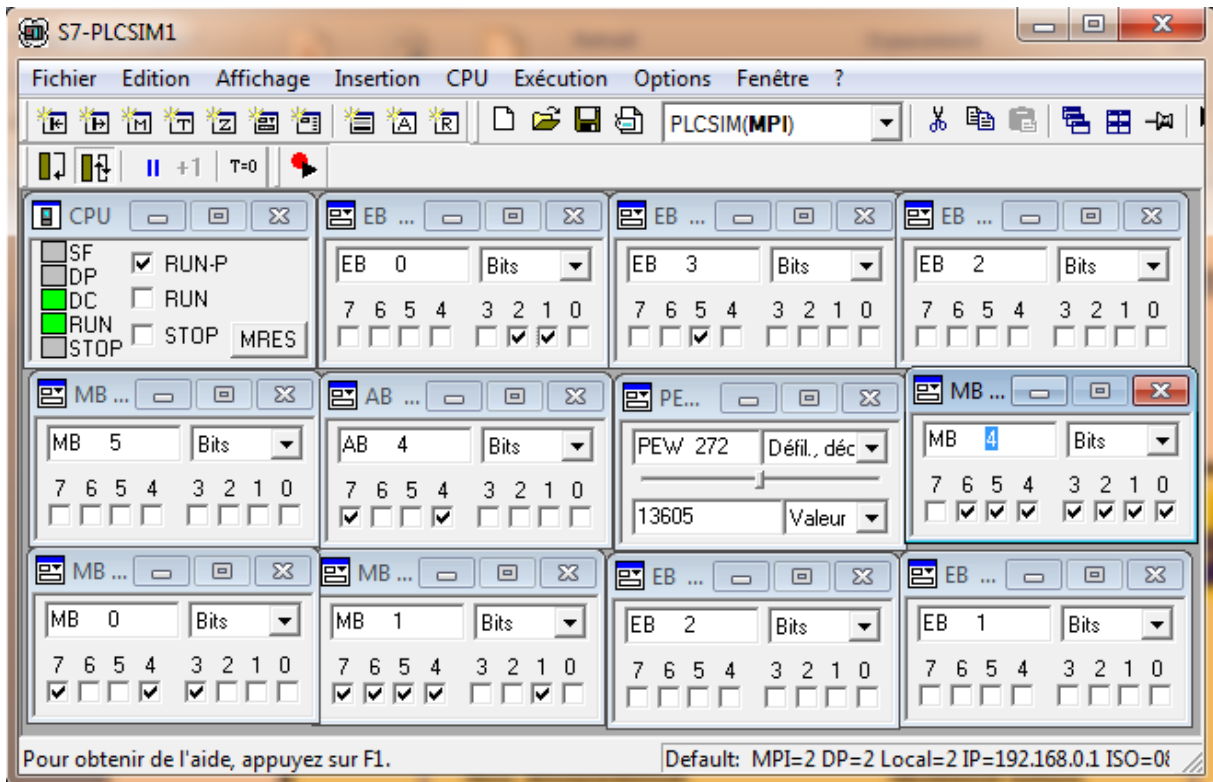
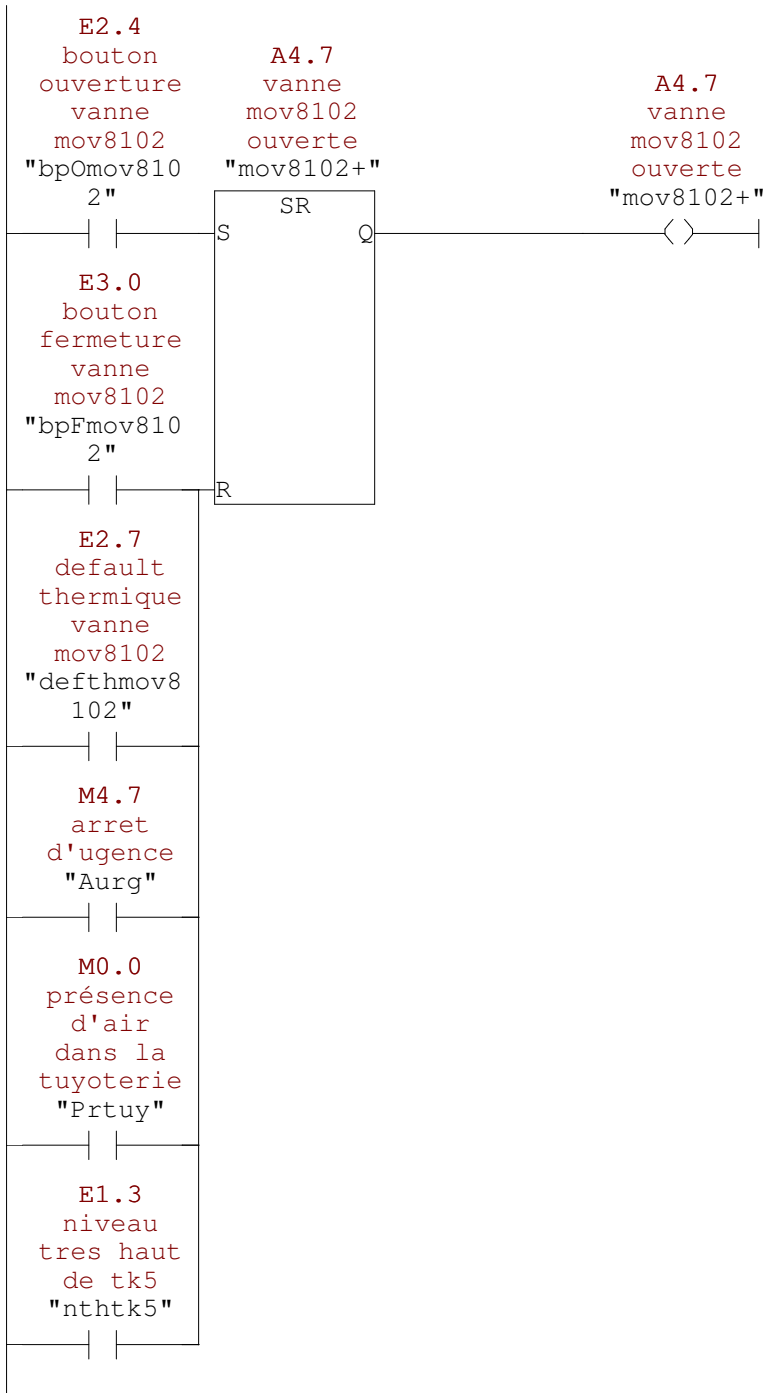


Figure III.10: PLC simulation.

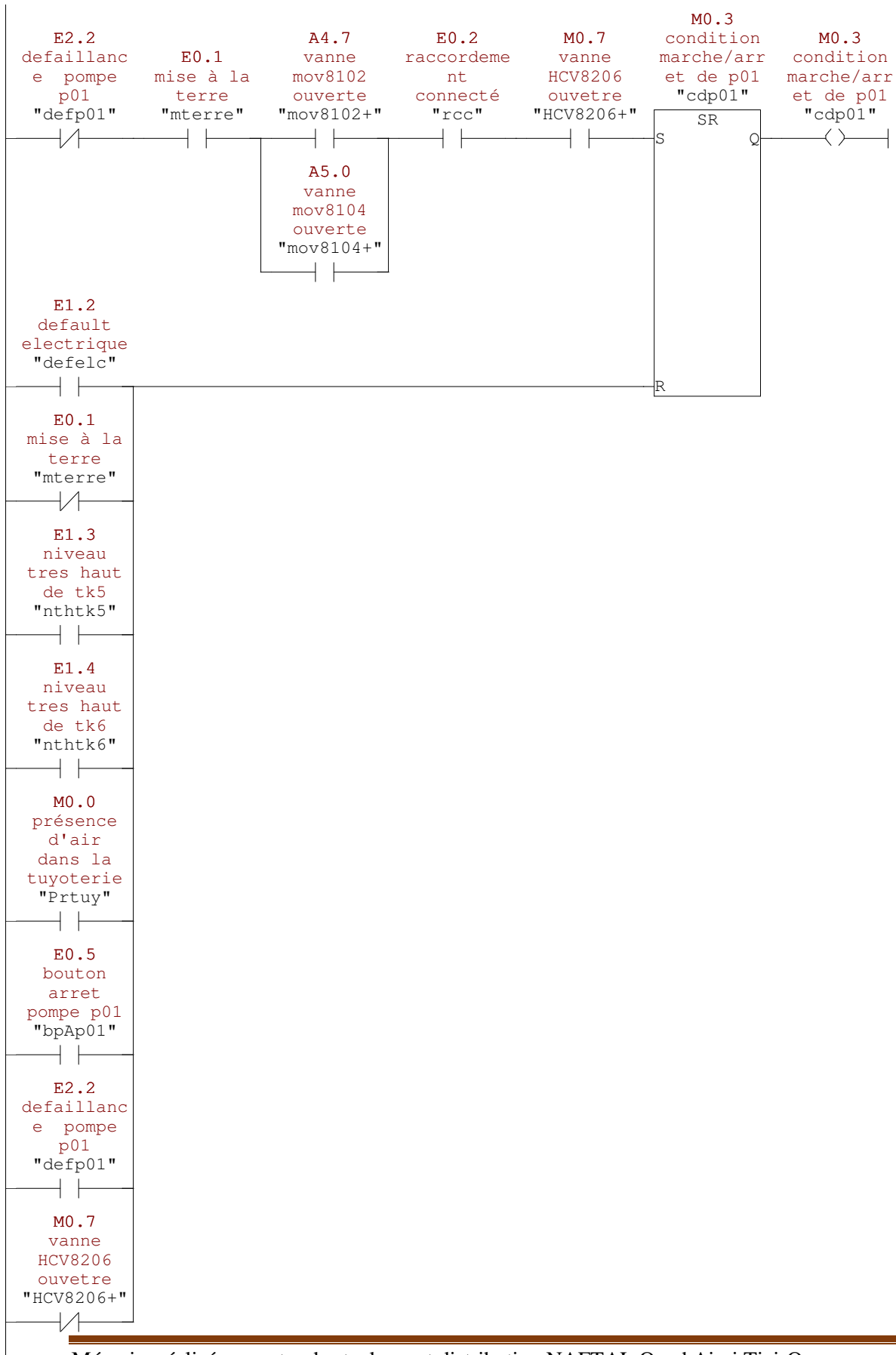
Cette figure représente la fenêtre sur laquelle on aperçoit tous les états des mnémoniques, elle sert à simuler le programme et à commander nos entrées.

III.15 Quelques exemples du programme

Réseau : 1 condition ouverture/fermeture vanne mov8102

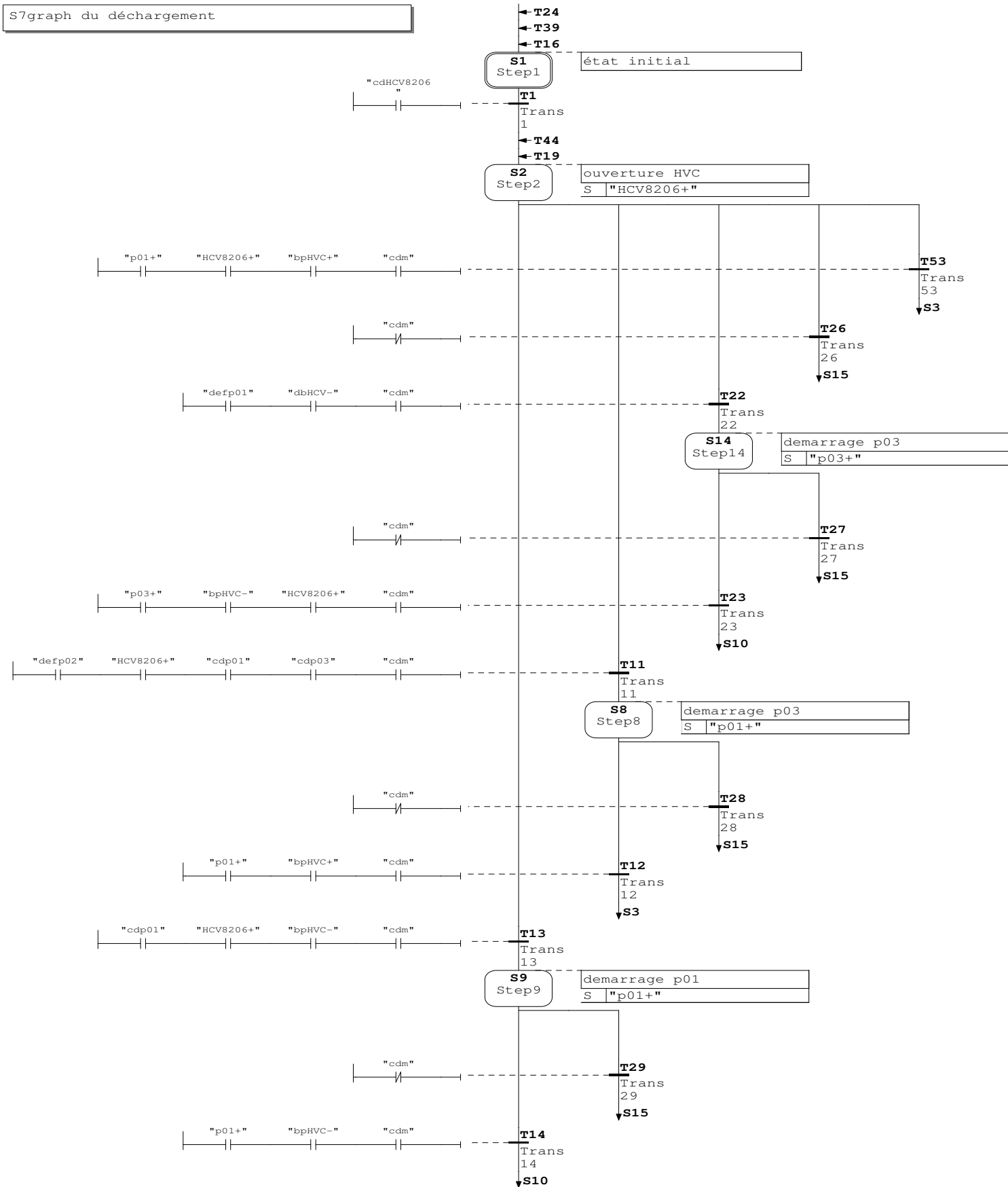


Réseau : 1 condition marche/arret de p01
 condition m/a pompe 1

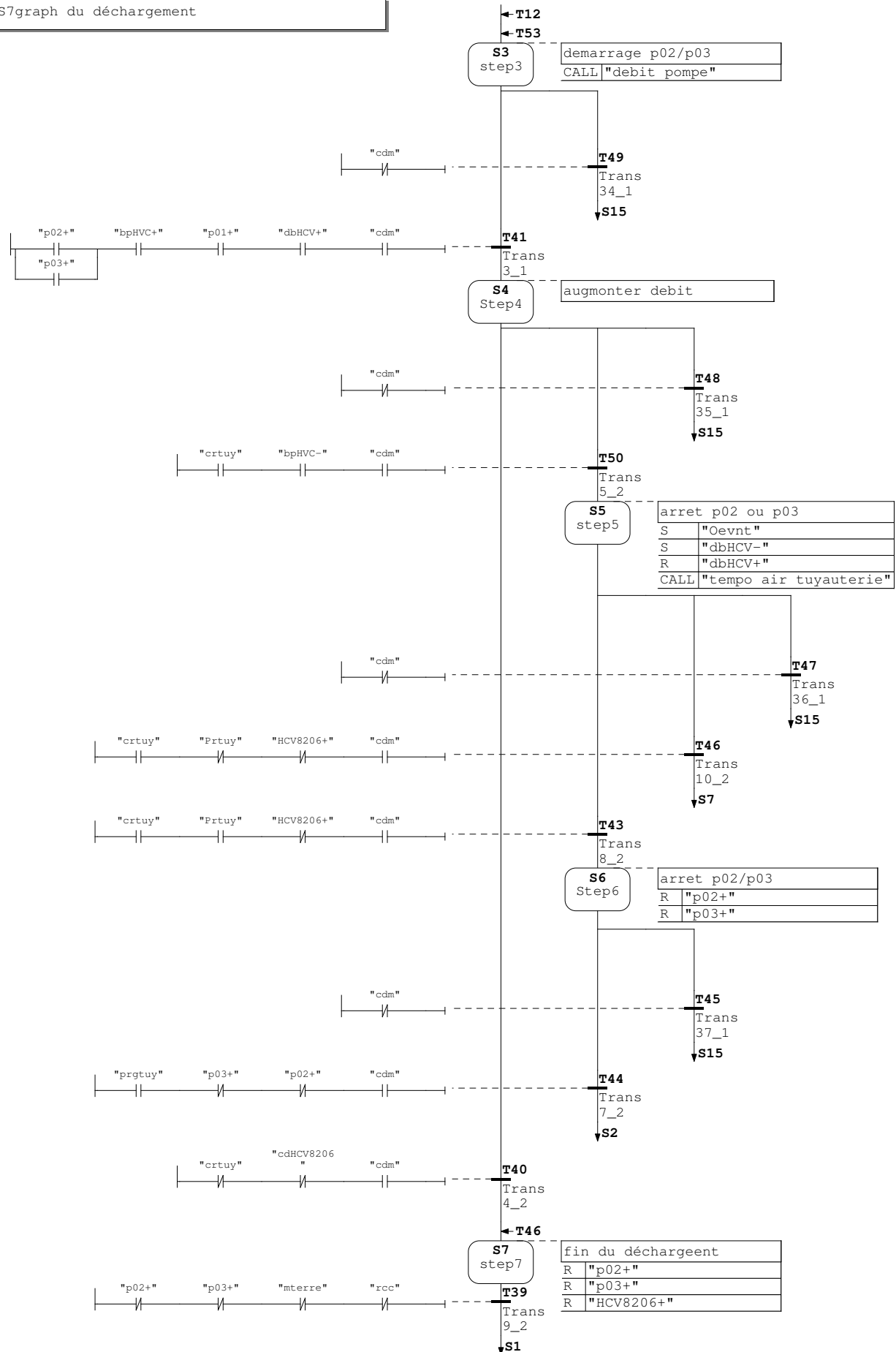


III.14 S7 Graphe

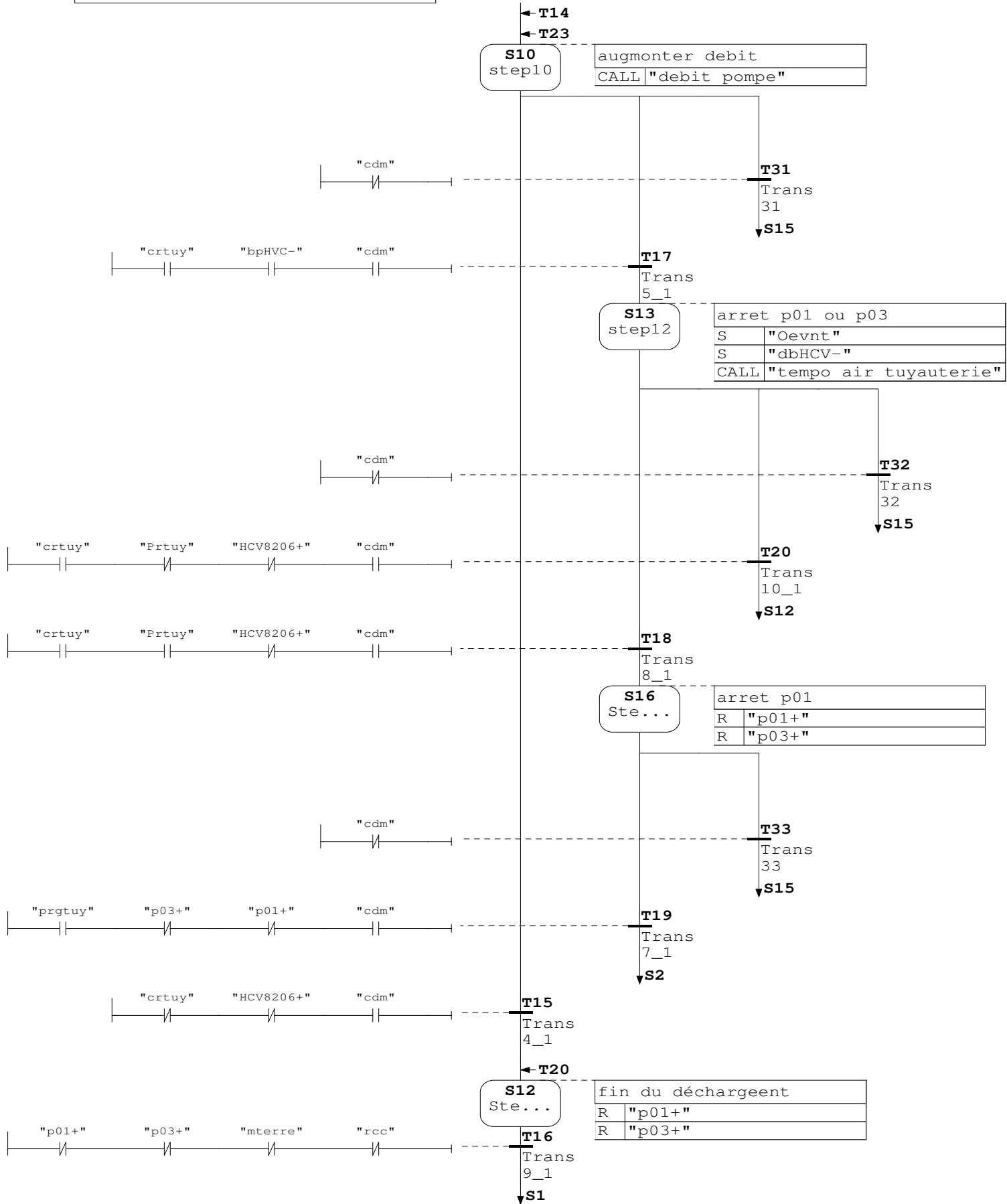
300\CPU312(1)\...\FB1, DB1 <Hors ligne>



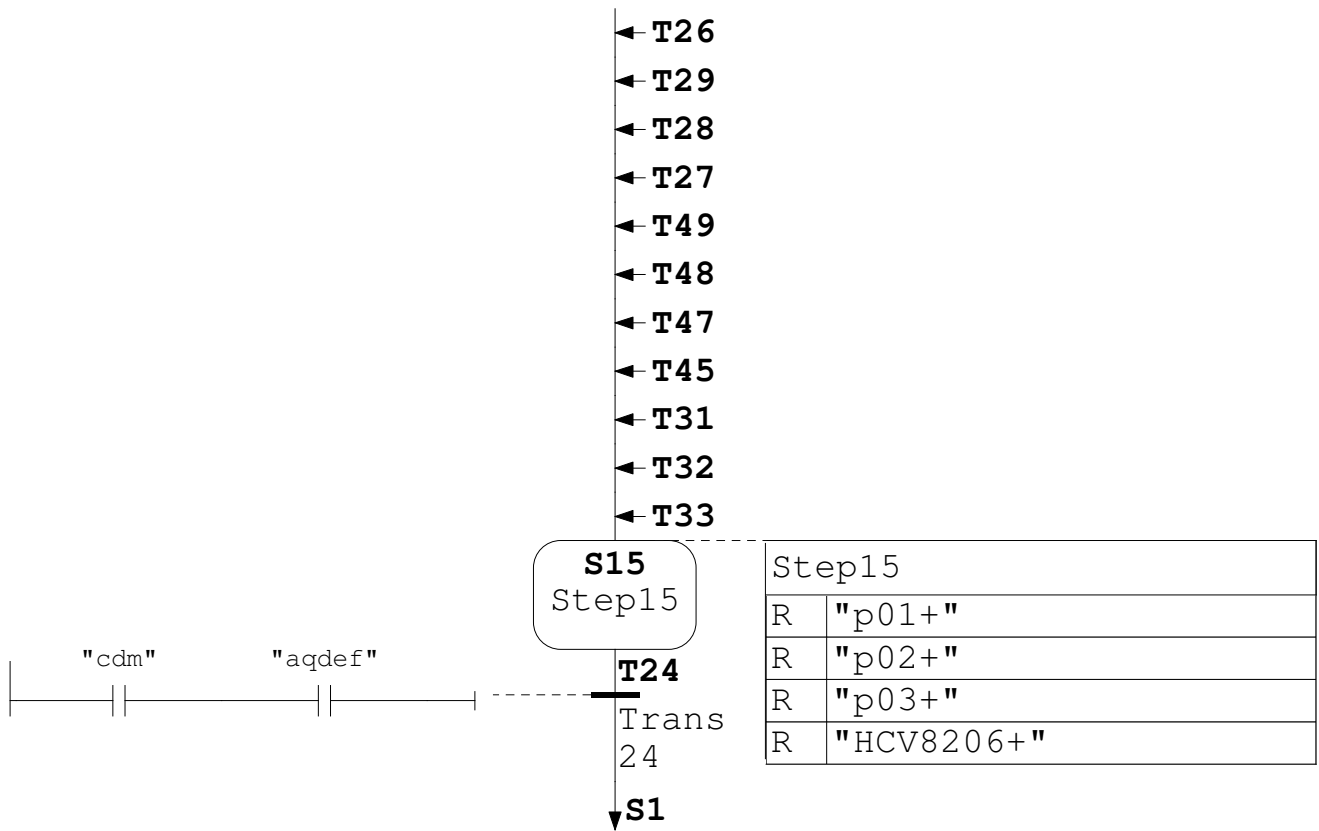
S7graph du déchargement



S7graph du déchargement



S7graph du déchargement



III.16 Table mnémorique

SIMATIC

 NAFTAL\Station SIMATIC
 300\CPU312(1)\Programme S7(1)\Mnémoriques

18/06/2017 15:15:24

Propriétés de la table des mnémoriques				
Nom :	Mnémoriques			
Auteur :				
Commentaire :				
Date de création :	01/06/2017 03:23:51			
Dernière modification :	17/06/2017 04:17:28			
Dernier filtre sélectionné :	Tous les mnémoriques			
Nombre de mnémoriques :	82/82			
Dernier tri :	Opérande ordre croissant			
Etat	Mnémorique	Opérande	Type de données	Commentaire
	p01+	A 4.4	BOOL	pompe 01 démarrée
	p03+	A 4.6	BOOL	pompe 03 démarrée
	mov8102+	A 4.7	BOOL	vanne mov8102 ouverte
	mov8104+	A 5.0	BOOL	vanne mov8104 ouverte
	mov8102-	A 5.5	BOOL	vanne mov8102 fermée
	mov8104-	A 5.6	BOOL	vanne mov8104 fermée
	Oevnt	A 6.5	BOOL	ouverture de l'event
	prgtuy	A 6.6	BOOL	purge de la tuyoterie
	mterre	E 0.1	BOOL	mise à la terre
	rcc	E 0.2	BOOL	raccordement connecté
	bpAp01	E 0.5	BOOL	bouton arrêt pompe p01
	crtuy	E 0.7	BOOL	capteur d'air dans la tuyoterie
	defelc	E 1.2	BOOL	default électrique
	nthtk5	E 1.3	BOOL	niveau tres haut de tk5
	nthtk6	E 1.4	BOOL	niveau tres haut de tk6
	bpMp02	E 1.6	BOOL	bouton marche pompe p02
	bpAp02	E 1.7	BOOL	bouton arrêt pompe p02
	bpMp	E 2.0	BOOL	bouton marche pompe p03
	bpAp	E 2.1	BOOL	bouton arrêt pompe p03
	defp01	E 2.2	BOOL	defaillance pompe p1
	defp02	E 2.3	BOOL	defaillance pompe p2
	bpOmov8102	E 2.4	BOOL	bouton ouverture vanne mov8102
	bpFmov8104	E 2.5	BOOL	bouton fermeture vanne mov8104
	defthmov8104	E 2.6	BOOL	default thermique vanne mov8104
	defthmov8102	E 2.7	BOOL	default thermique vanne mov8102
	bpFmov8102	E 3.0	BOOL	bouton fermeture vanne mov8102
	bpOmov8104	E 3.1	BOOL	bouton ouverture vanne mov8104
	bpOHCV8206	E 3.2	BOOL	bouton ouverture vanne HCV8206
	bpFHCV8206	E 3.3	BOOL	bouton fermeture vanne mov8106
	bpHVC+	E 3.4	BOOL	bouton à augmenter débit HCV
	bpHVC-	E 3.5	BOOL	bouton à diminuer débit HCV
	graphe dechargement	FB 1	FB 1	
	marche/arret pompe1	FC 1	FC 1	
	marche/arret pompe2	FC 2	FC 2	
	marche/arret pompe3	FC 3	FC 3	
	tempo air tuyauterie	FC 4	FC 4	
	ouv/fer mov8102	FC 5	FC 5	
	ouv/fer mov8104	FC 6	FC 6	
	ouv/fer HCV8206	FC 7	FC 7	
	cond totales marche	FC 8	FC 8	
	debit pompe	FC 9	FC 9	
	Read Analog Value 464-1	FC 104	FC 104	Read Analog Value 464-1

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	SCALE	FC 105	FC 105	débit
	Read Analog Value 466-2	FC 107	FC 107	Read Analog Value 466-2
	Prtuy	M 0.0	BOOL	présence d'air dans la tuyoterie
	cdmov8102	M 0.1	BOOL	conndition ouverture/fermeture vanne mov8102
	cdmov8104	M 0.2	BOOL	conndition ouverture/fermeture vanne mov8104
	cdp01	M 0.3	BOOL	condition marche/arret de p01
	cdp02	M 0.4	BOOL	condition marche/arret de p02
	cdp03	M 0.5	BOOL	condition marche/arret de p03
	cdHCV8206	M 0.6	BOOL	conndition d'ouverture/fermeture de HCV8206
	HCV8206+	M 0.7	BOOL	vanne HCV8206 ouvetre
	dbHCV+	M 1.0	BOOL	débit vanne HCV augmenté
	dbHCV-	M 1.1	BOOL	débit vanne HCV diminué
	aurgm	M 1.2	BOOL	pompe 02 arretée
	p02+	M 1.3	BOOL	pompe 02 démarrée
	cdm	M 1.4	BOOL	condition totale de marche
	ilo1	M 1.5	BOOL	ilo numero 1
	ilo2	M 1.6	BOOL	ilo numero 2
	ilo3	M 1.7	BOOL	ilo numero 3
	ilo4	M 2.0	BOOL	ilo numero 4
	ilo5	M 2.1	BOOL	ilo numero 5
	ilo6	M 2.2	BOOL	ilo numero 6
	ilo7	M 2.3	BOOL	ilo numero 7
	ilo8	M 2.4	BOOL	ilo numero 8
	com1	M 3.7	BOOL	compartiment 1
	com2	M 4.0	BOOL	compartiment 2
	com3	M 4.1	BOOL	compartiment 3
	com4	M 4.2	BOOL	compartiment 4
	com5	M 4.3	BOOL	compartiment 5
	com6	M 4.4	BOOL	compartiment 6
	com7	M 4.5	BOOL	compartiment 7
	com8	M 4.6	BOOL	compartiment 8
	Aurg	M 4.7	BOOL	arret d'ugence
	aqdef	M 5.0	BOOL	aquité default
	bplance	M 5.1	BOOL	bouton poussoirlancement
	dbp	MD 40	REAL	débit réel des pompes
	alarmes	MW 60	WORD	alarmes détectées
	ALARM_SQ	SFC 17	SFC 17	Generate Block-Related Messages with Acknowledgment
	ALARM_S	SFC 18	SFC 18	Generate Permanently Acknowledged Block-Related Messages
	WR_USMSG	SFC 52	SFC 52	Write a User-Defined Diagnostic Event to the Diagnostic Buffer
	TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time

III.16 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de faire une étude sur les automates Programmables SIEMENS leurs structures, fonctionnement et langages de programmation Step7. Nous avons élaboré les différents blocs structurants notre programme tout en liant la partie la partie opérative et la partie commande avec l'outil S7graph. Dans le dernier chapitre, nous allons développer une plateforme de supervision concernant les procédures du déchargement en utilisant l'outil de supervision Wincc.

chapitre IV:
Supervision
avec
Wincc

IV.1 Introduction

Les systèmes de supervision permettent d'obtenir des vues synthétiques des équipements ou ensemble d'équipements afin de visualiser leurs états physiques ou fonctionnels. Situés dans des salles de commande ou en pied de machine, les systèmes de supervision offrent la possibilité de déporter et de centraliser la vision des organes physiques (capteurs et actionneurs) parfois très éloignés.

Cette dernière étape est la validation du programme par la simulation et la vérification de son bon fonctionnement.

IV.2 Supervision sous Wincc

IV.2.1 Description de Wincc

Wincc (Windows Control Center) est un logiciel de supervision développé par la firme SIEMENS, il est caractérisé par sa flexibilité, c'est-à-dire qu'il peut être utilisé par un composant hors SIEMENS.

WINCC (Windows Control Center) est la première interface homme machine (IHM) qui intègre véritablement la supervision et le processus d'automatisation. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants.

Ce logiciel offre une bonne solution de supervision car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.

IV.3 Constitution d'un système de supervision

Fonction qui consiste à indiquer et à commander l'état d'un appel, d'un système ou d'un réseau. L'acquisition de données (mesure, alarme, retour d'état de fonctionnement) la supervision coince Les solutions de supervision permettent de remonter des informations techniques et fonctionnelles du système d'information généralement c'est des automates programmables. Dans l'informatique la supervision est l'observation du bon fonctionnement du système.

IV.3.1 Le module de visualisation (affichage)

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

❖ Le module d'archivage

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

❖ Le module de traitement

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

❖ Module de communication

Il assure l'acquisition et le transfert de données, ainsi qu'il gère la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques.

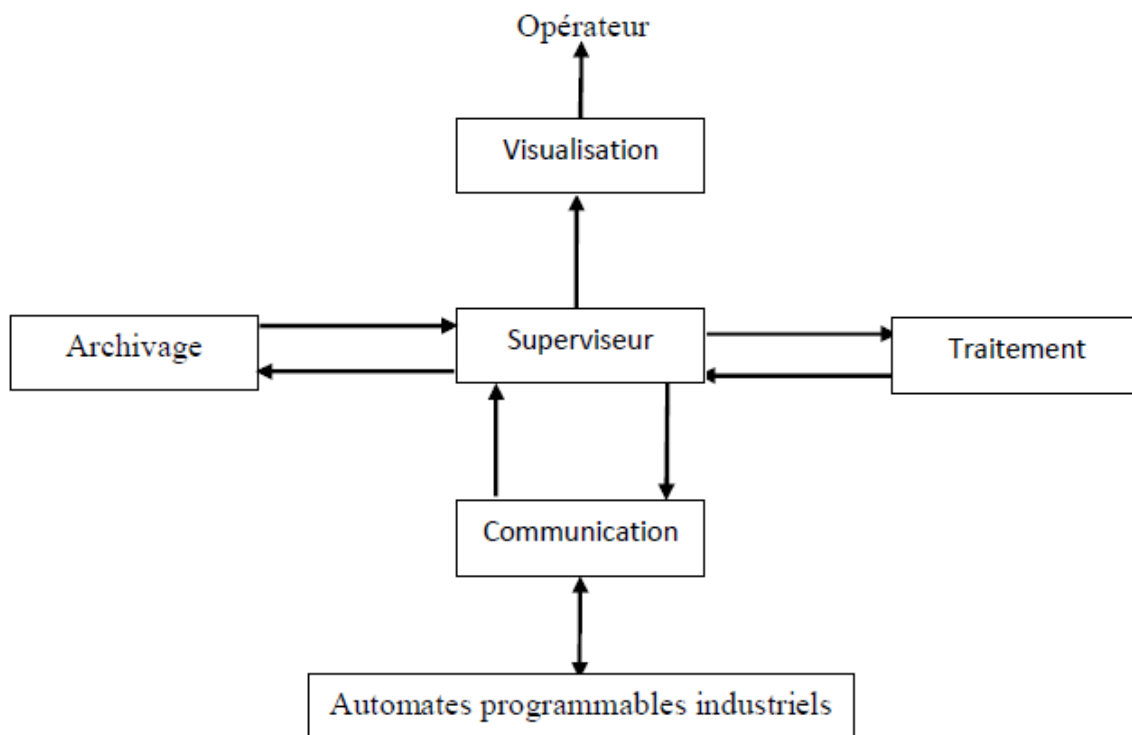


Figure IV.1 : Structure d'un système de supervision.

IV.3.2 Application disponible sous Wincc

Wincc se compose de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision.

Il dispose des modules suivants :

❖ Graphic designer

Il offre la possibilité de créer des vues de procédé, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes. A cet effet il dispose d'une bibliothèque d'objet, et permet de créer des objets selon le besoin. Il assure la fonction de visualisation grâce au Graphic runtime.

❖ Tag logging

On y définit les archives, les valeurs du process à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

❖ Alarm logging

Il se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes en mettant à la disposition des utilisateurs, les fonctions nécessaires à la prise des alarmes issues du procédé, à leur traitement, leur visualisation, leur acquittement et leur archivage.

❖ Global script runtime

Il dispose de deux éditeurs, l'éditeur C et l'éditeur Visuel Basic, à l'aide des quel son crée des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le Wincc.

❖ Report designer

Contient des informations avec lesquelles on peut lancer la visualisation d'une impression ou ordre d'impression. On y trouve aussi des modules de mise en page de journal qu'on peut adapter en fonction de besoin.

❖ User administrator

C'est là où s'effectue la gestion des utilisateurs et des autorisations. On y crée des nouveaux utilisateurs, on leur attribue des mots de passe et on leurs affecte la liste des autorisations.

IV.3.3 Principe de Communication du Wincc

Par communication on entend l'échange de données entre deux partenaires.

Par partenaire de réseaux on entend tout composant de réseau capable de communiquer et d'échanger des données avec d'autres composants. Dans le cadre de Wincc, il peut s'agir des unités centrales et de modules de communication de l'automate programmable (API), ainsi que des processus de communication équipant le PC. Les données transmises entre les partenaires peuvent servir à des fins très variées. Dans le cas de Wincc, il s'agit :

- Du pilotage d'un process.
- De l'acquisition de données du process.
- D'alarmes signalant des états anormaux du process.

- De l'archivage des données du process.

PC avec processus de communications

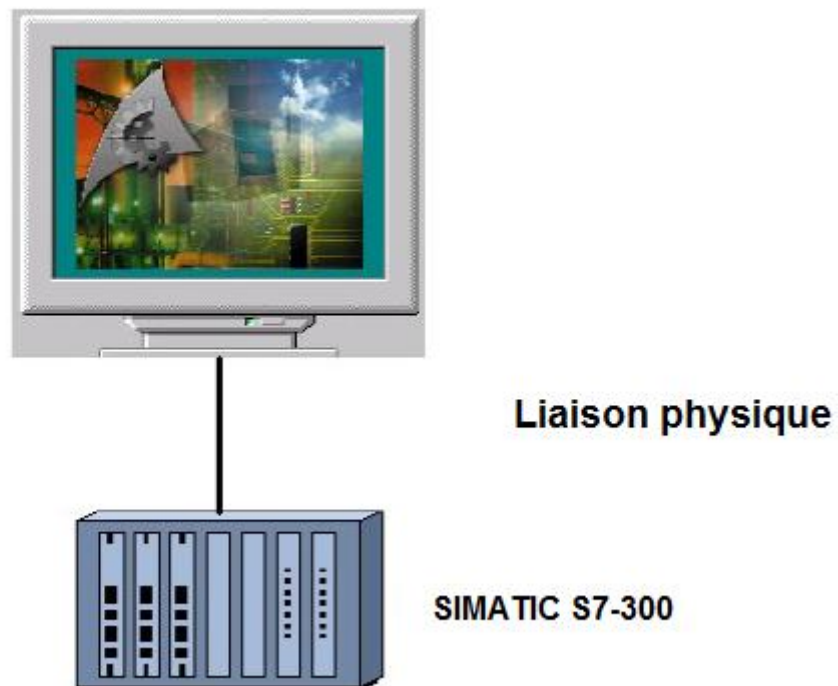


Figure VI.2 : Communication du Wincc avec l'automate S7-300

IV.3.4 Communication entre Wincc et automate programmable industriel (API)

Dans le cadre de la communication industrielle avec Wincc signifie échange d'informations via des variables et des valeurs de process. Pour l'acquisition des valeurs du process le pilote de communication envoie des télégrammes de requête à l'automate. En retour ce dernier transmet les valeurs de process requises à Wincc sous forme de télégramme de réponse.

Il faut dans un premier temps qu'une liaison physique ait été établie entre le Wincc et l'API. Le principe de communication entre le Wincc et les API est résumé dans le schéma ci-dessous.

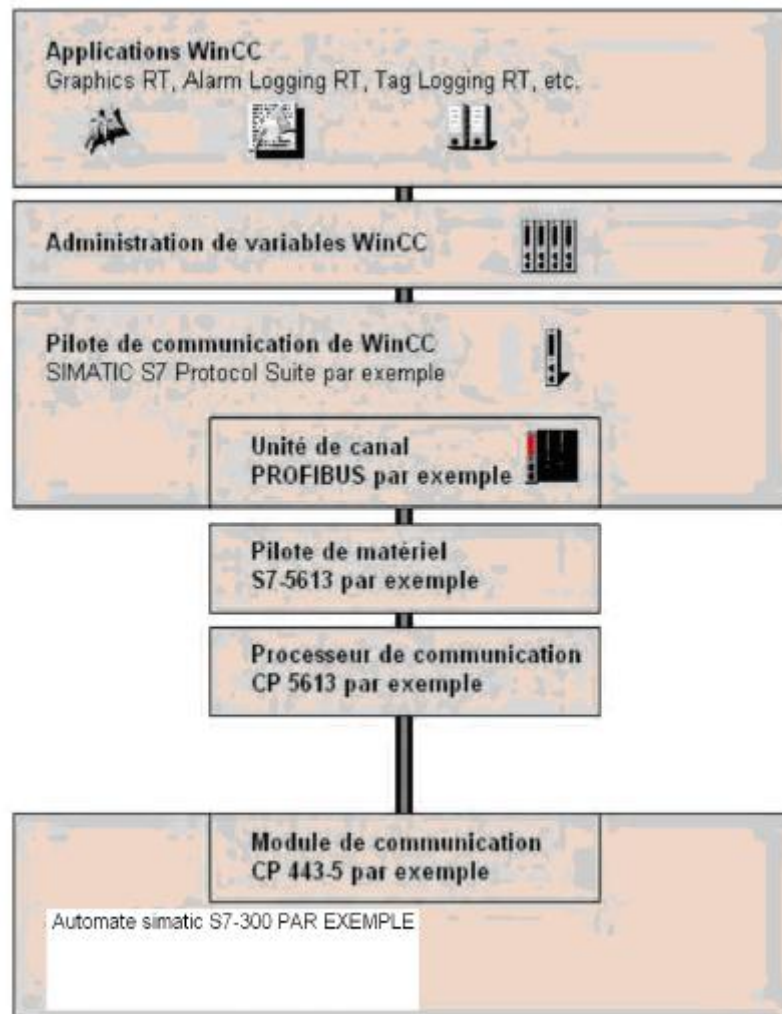


Figure IV.3 : Principe de communication entre le Wincc et les AP.

IV.3.4.1 Pilote de communication

Un pilote de communication est un composant logiciel qui établit une liaison entre l'API et la gestion des variables de Wincc et permet ainsi d'alimenter les variables en valeurs de process. Wincc met à disposition un grand nombre de pilote de communication pour la connexion de divers API via différents systèmes de bus.

IV.3.4.2 Unité de canal

Chaque unité de canal constitue l'interface d'un seul pilote matériel subordonné et donc d'un processeur de communication bien précis du PC. Tout processeur communication doit donc être affecté à son unité de canal particulière.

IV.3.4.3 Liaison (logique)

Dès lors que Wincc et l'API ont été correctement connectés physiquement, il reste à installer sous Wincc un pilote de communication et l'unité de canal pour établir et configurer

une liaison logique avec l'API c'est par cette liaison que s'effectueront les échanges de données au runtime.

IV.4 Application développée sous Wincc

IV.4.1 Procédure de programmation avec application

Pour la création du projet sous Wincc, nous avons suivi les étapes suivantes :

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

IV.4.2 Création de notre projet sur Wincc

La figure suivante contient la liste des vues créées dans notre projet, c'est comme une plateforme sur lesquelles nous avons bâti la structure de la station :

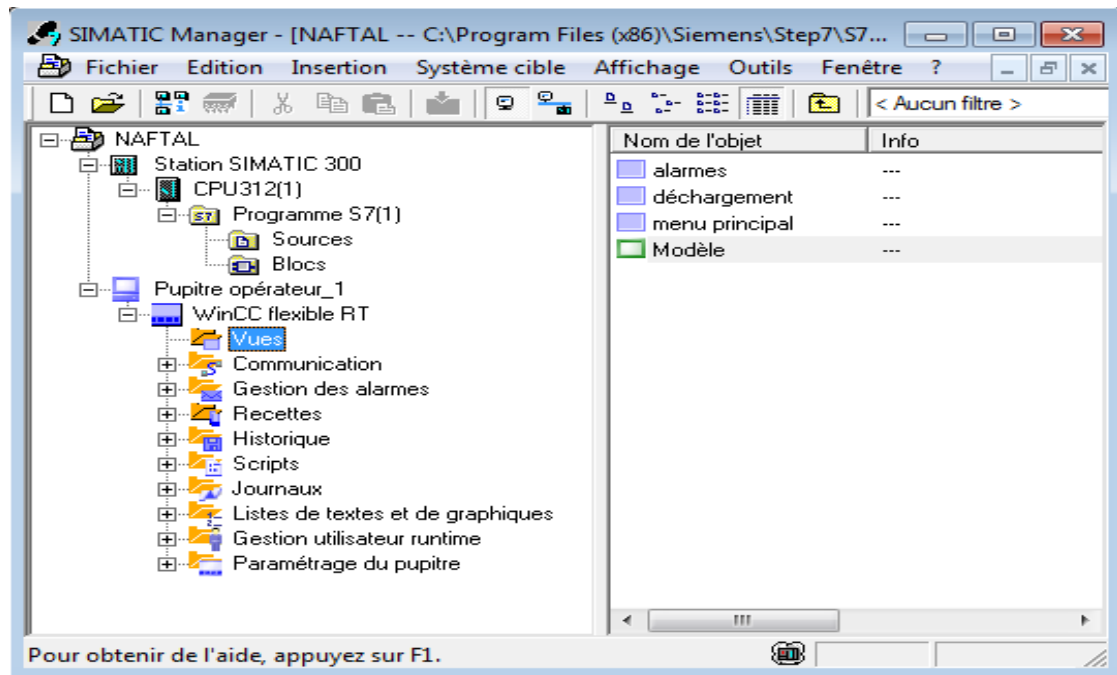


Figure IV.4 : Liste des vues du pupitre.

La figure qui suit c'est la vue l'accueil elle sert à accéder aux différentes vues a travers les boutons que nous avons élaborés

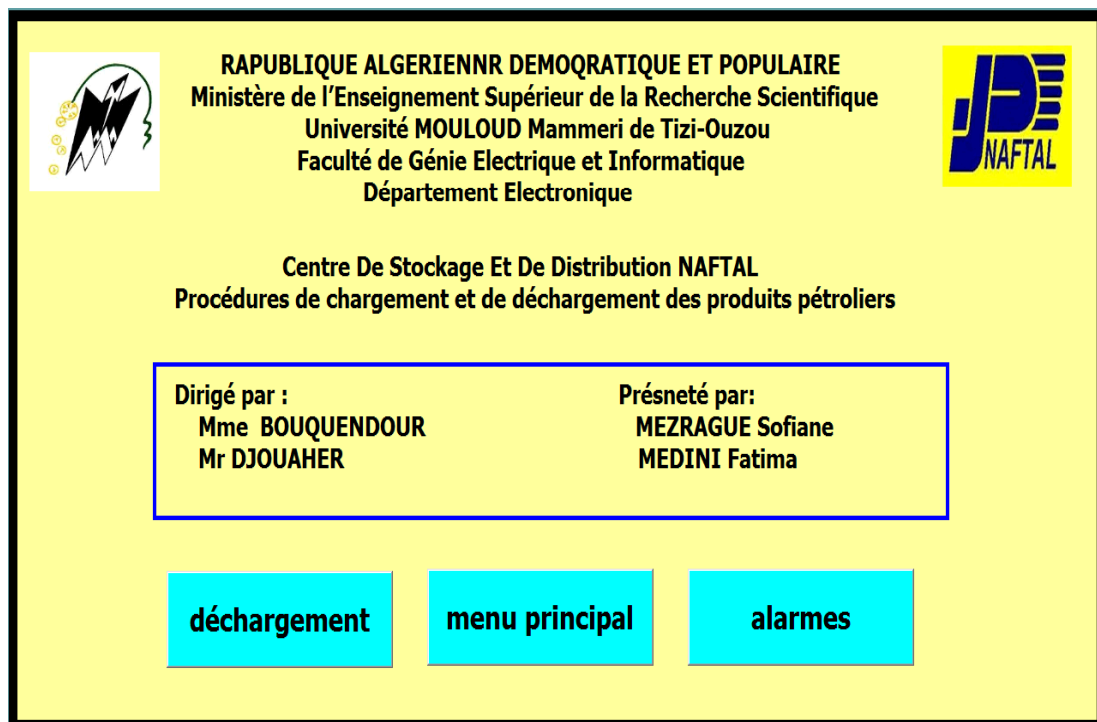


Figure IV.5: Vue du menu principal.

La figure suivante représente l'interface sur laquelle nous avons créé et édité les vues (vue d'accueil, la vue du du déchargement et la vue d'alarmes) dans l'éditeur Graphics Designer ; elle nous a permis aussi de paramétrer les propriétés de Wincc runtime.

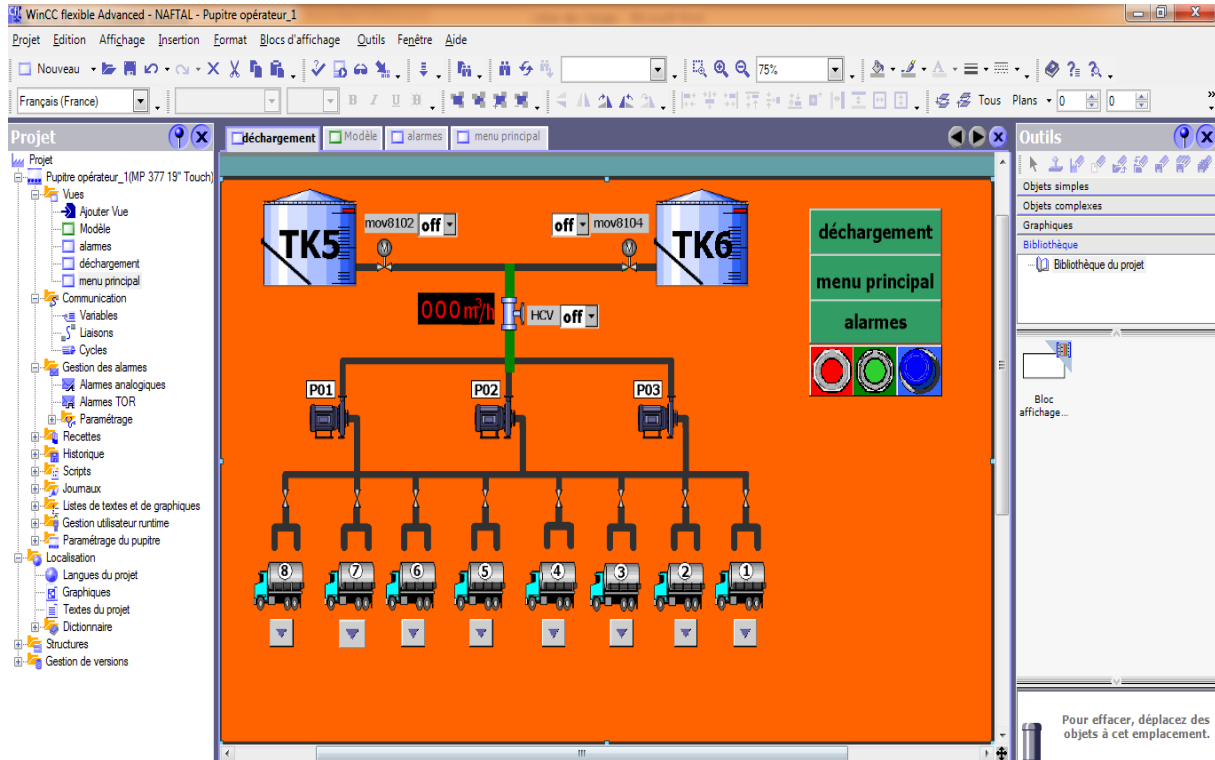


Figure IV.6: l'éditeur Graphics Designer.

Après avoir architecturer la vue dans l'éditeur Graphics Designer et les paramétrer puis activer les vues dans le Wincc runtime on obtient la vue illustrer dans la figure suivante ; elle permet de visualiser la procédure du déchargement détaillée de l'essence super en temps réel.

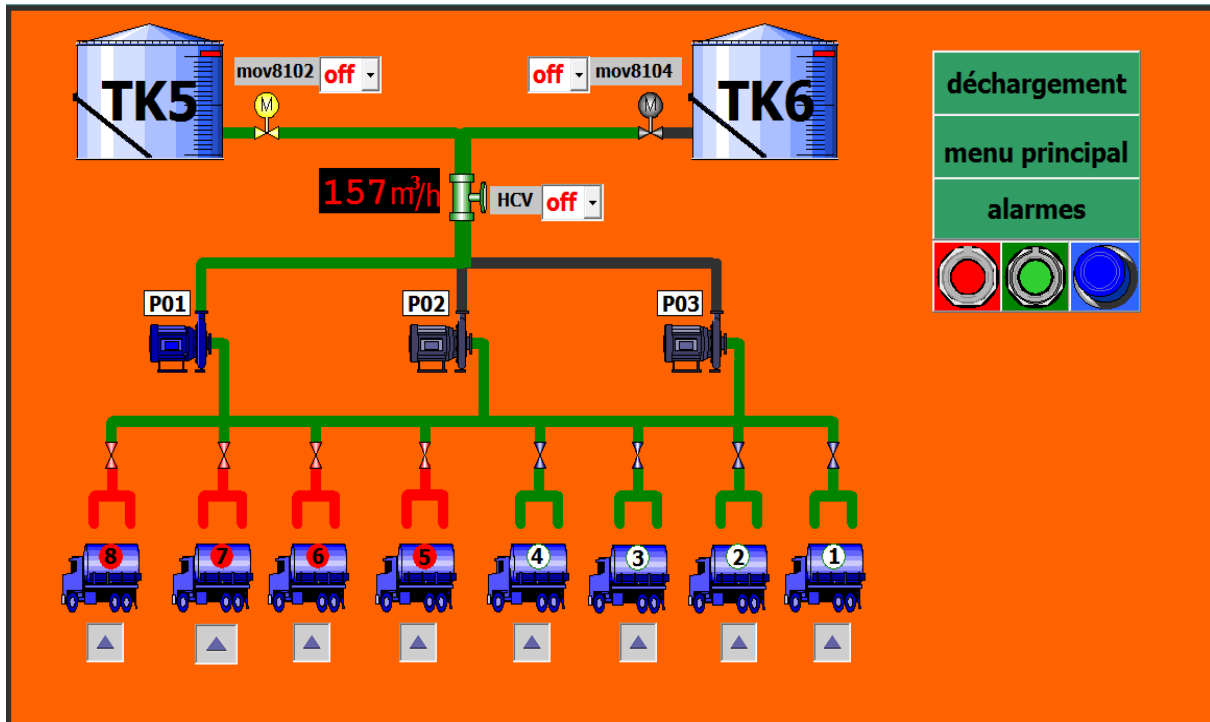


Figure IV.7 : Vue déchargement sous runtime.

IV.5 Conclusion

Ce dernier chapitre nous l'avant consacré à la supervision de la station, où nous avons élaboré les vues qui permettent de suivre l'évolution de tout les détails au cours du déchargement de l'essence super. Cette application est très importante elle sera implantée dans un ordinateur de supervision connecté à l'automate déjà programmé via un réseau MPI, cet ordinateur sera installé dans la salle de contrôle.

Conclusion générale

Notre stage a été effectué au sein du centre de Stockage et de Distribution (CSD) NAFTAL(Oued-Aissi) il nous a été très bénéfique vue qu'il nous a donner un aperçu général du monde professionnel de notre domaine il nous fait découvrir le monde industriel et donner l'occasion d'approfondir nos connaissances et de mettre en pratique la théorie acquise lors de notre formation. En faisant ce stage nous avons eu une opportunité d'avoir un thème de contribution à la solution d'un problème réel qui a fait l'objet de notre mémoire.

A l'issue de notre travail, nous pouvons conclure que L'évaluation des API ne cesse de continuer et notamment leurs logiciels de programmation, l'API S7-300 procure plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilite d'extension de ces modules.

Une bonne automatisation doit passer par :

- L'élaboration d'un cahier de charge qui comprend tous les aspects fonctionnels du processus.
- La modélisation du cahier de charges par un outil de modélisation comme : grafcet.
- Le choix optimal de la partie commande (API), la partie opérative (actionneurs) et les moyens de dialogues (capteurs).

La supervision est une application permet de suivre l'évolution du système en temps réel et de localiser toutes défaillances.

Ce que nous retenons de notre projet de fin d'étude que le travail en groupe et le contact des gens, ce sont trois facteurs essentiels pour parvenir au mieux à l'échange d'idée et donc à la résolution des pannes et des problèmes que nous serons amené à confronter. Ce n'est qu'à l'issue de ce stage, que nous avons amélioré et appris leur vraie valeur et importance.

Nous espérons que notre travail verra naitre sa concrétisation sur le plan pratique et que les promotions à venir puissent en tirer profit.

Bibliographie

- [1] Documentation technique du CSD NAFTAL « manuel opératoire CSD ».
- [2] Documentation technique SIEMENS, STEP7.
- [3] Documentation technique SIEMENS, WinnCC-control.
- [4] SIMATIC S7 : Tome 1 ; tome 3, MESCO Agent et distributions SIEMENS édition Mai 2002.
- [5] G. MICHEL, « Les API architecture et applications des automates programmables industriels » Edition Dunod BORDAS, Paris 1988, SBN 2-04-018633-6.
- [6] Réalisation technologique du GRAPHCET par Daniel Dupont et David Dubois .
- [7] René David, Hassane Alla, « Du grafcet au réseaux de petri » Edition HERMES 14rue, Lantiez 75017, Paris ISBN2-86601-325-5, ISSN 0989-3571.

- [8] Mémoire de fin d'étude BENKACI Ouiza/ MOUALEK Sabrina.
- [9] Mémoire de fin d'étude CHABBI Abdarrahmane /THOUKHTOUKH Aissa.
- [10] Mémoire de fin d'etude MESSAOUDI Fetta/ GHARBOUSBANE Sabrina.

<https://support.industry.siemens.com>.