

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D' INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D' AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : **Sciences et Technologies**

Filière : **Génie électrique**

Spécialité : **Automatique et informatique
industrielles**

Présenté par

RABAH Ait braham

SAMIR Belkhir

Mémoire dirigé par M^{me} DJEGHALI N , et co-dirigé par M^r SAIDJ H

Thème

Automatisation et supervision de la chambre de prise AZEFFOUN du réseau de transfert TAKSEBT - ALGER

Mémoire soutenu publiquement le 30/09/ 2015. devant le jury composé de :

M^{me} Nadia DJEGHALI

MCB, UMMTO, Reportrice

M SAID DJENNOUNE

Professeur, UMMTO, Président

M MOHAND ACHOUR TOUAT

MCB, UMMTO, Examineur

M RABAH MELLAH

MCA, UMMTO, Examineur

Le travail a été réalisé au sein de la station de traitement TAKSEBT, SEAAL.



Remerciements

Nous tenons à remercier << **DIEU** >> le tout puissant de nous avoir donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce mémoire.

La présentation de ce travail nous offre l'occasion d'exprimer toute notre reconnaissance aux personnes qui nous ont aidés et conseillés de façons inestimable durant la préparation de ce présent mémoire.

Nous tenons à exprimer notre plus haute estime à **Mme DJEGHALI NADIA** notre promotrice, et nos encadreurs **Mr SAIDJ HOCINE** et **Mme AIT DJEBARA MALHA** pour leurs assistance, les encouragements et orientations qu'ils nous ont donnés.

Nous remercions aussi les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner notre travail.

Nous adressons nos remerciements aussi à tous les enseignants qui ont participé depuis le début jusqu'à la fin de notre formation et aussi à tous le personnel de cet institut.

On remercie infiniment le chef du département d'automatique **Mr BEN SIDHOUM MOHAND OUTAHAR** pour ses conseils durant toutes ces années d'études et **Mr CHARIF** pour son aide précieuse dans la programmation, pour ses remarques pertinentes et pour sa disponibilité.

Nous adressons nos profonds remerciements à l'ensemble du personnel de service maintenance et aussi que l'ensemble du personnel de la station de traitements TAKSEBT.

Nous exprimons nos sincères remerciements à l'encontre de nos parents qui nous ont enseigné la patience, la politesse, le sacrifice et qui ont toujours été là pour nous. Que le bon **DIEU** les bénisse d'avantage.

Nous n'oublions pas de dire un grand merci à toutes les personnes, tous les professionnels qui ont contribués de près ou de loin à l'enrichissement de notre travail et à notre épanouissement intellectuel.

Nous remercions encore toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Nous souhaitons que ce mémoire soit utile à tous les futurs stagiaires et qu'il leur apportera un progrès dans leurs cursus.



Dédicaces

Je tiens à dédier ce mémoire :

A ma très chère Mère et à mon cher Père, en témoignage et en gratitude de leurs dévouements, de leurs soutien permanent durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leurs réconfort moral, eux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce quine peut être dit, mes affectations sans limite.

A tous mes frères et sœurs.

A mon grand ami et mon binôme SAMIR

A tous mes ami(e)s et surtout la section de master 2 professionnel.

Ainsi qu'à tous ceux qui m'ont aidé de près ou deloin pour l'élaboration de ce travail.

RABAH

Je dédie ce travail :

A la mémoire de mon père « Hocine » que dieu le tout puissant le bénisse et l'accueille dans son vaste paradis.

A ma très chère Mère, pour ses sacrifices afin de me voir arriver à cestade.

A mes frères.

A tous mes amis.

A mon binôme RABAH avec qui j'ai partagé ce travail de find'étude.

SAMIR

Sommaire

CHAPITRE I: Présentation de la station TAKSEBT

I.1 Introduction	4
I.2 Présentation de l'entreprise	4
I.2.1 Les laboratoires SEAAL	5
I.2.2 Qualité de l'eau	5
I.3 Présentation du barrage de TAKSEBT	6
I.3.1 Station de pompage	7
I.3.2 Station de traitement	8
I.3.2.1 Historique de la station	8
I.3.2.2 Les différents locaux de la station	8
I.4 Description du projet	9
I.4.1 Problématique	11
I.4.2 La solution	11
I.4.3 L'emplacement de cette chambre de prise	12
I.4.4 Cahier des charges	13
I.4.4.1 Partie électrique	13
I.4.4.2 Partie hydraulique	13
I.4.4.3 Régulation de débit	13
I.4.4.4 Visualisation et commande	14
I.5 Description de la solution proposée	14
I.6 Conclusion	15

CHAPITRE II: Matérialisation de la chambre AZEFFOUN

II.1 Introduction	17
II.2 Structure d'un système automatisé de production (SAP)	17
II.2.1 Partie opérative (PO)	18
a) Actionneurs	18
b) Capteurs	19
b.1) Différents types de capteurs	19
b.2) Caractéristiques principales des capteurs.....	20
II.2.2 Partie commande (P.C)	20
a) Pré-actionneurs	20
II.2.3 Poste de contrôle	21
II.3 Description de la station à automatiser	21
II.3.1 Les vannes	22
II.3.1.1 Vanne de garde manuelle TOR (tout ou rien)	22
II.3.1.2 Vanne de service motorisée	23
II.3.1.3 Vanne de régulation	23
II.3.2 Le servomoteur	24
II.3.3 Description des régulateurs	27
II.3.4 Régulateur PID	27
II.3.5 Capteurs et autres	30

II.3.5.1 Capteurs de pression, (pressostats)	30
II.3.5.2 Débitmètre électromagnétique	30
II.3.5.3 Convertisseur	33
II.3.5.4 Transmetteur de pression	33
II.3.5.5 Les fins de courses (ouverture/fermeture)	35
II.4 Conclusion	35

CHAPITRE III : Modélisation de la chambre de prise par l'outil GRAFCET

III.1 Introduction	37
III.2 Définition du GRAFCET	37
III.3 Concepts de base d'un GRAFCET	38
III.4 Règles d'évolution d'un GRAFCET	40
III.5 Règles de construction d'un GRAFCET	42
III.6 Saut d'étape.....	43
III.7 Reprise de séquence	43
III.8Niveaux de représentation	43
III.9Mise en équation d'un GRAFCET	44
III.10Les réseaux de communication	45
III.11Utilisation de PROFIBUS DP	46
III.12Quelques particularités du PROFIBUS-DP	46
III.13Avantage du réseau PROFIBUS DP	46
III.14Modélisation de la chambre de prise AZEFFOUN par le GRAFCET.....	46
III.15Conclusion.....	47

CHAPITRE IV: Elaboration de la solution de commande

IV.1 Introduction	49
IV.2 Définition d'un Automate programmable	49
IV.3 Présentation de l'automate programmable S7-300	50
IV.3.1 Critères du choix d'un Automate Programmable Industriel	50
IV.3.2 Structure matérielle d'un automate S7-300	50
IV.3.3 Console de programmation (PG ou PC SIMATIC)	52
IV.3.4 Caractéristiques de l'automate S7-300	53
IV.3.5 Programmation de l'automate S7-300.....	53
IV.4 Langage de programmation « STEP7 »	53
IV.4.1 Principe de conception d'une structure de programme	54
IV.5 Blocs d'organisation et structure du programme.....	55
IV.5.1 Blocs d'organisation (OB).....	55
IV.5.2 Blocs fonctionnels (FB)	55
IV.5.3 Fonctions (FC)	55
IV.5.4 Blocs de données (DB)	56
IV.5.5 Blocs système.....	56
IV.6 Création et simulation du projet sous STEP7	57
IV.6.1 Configuration matérielle	58

IV.6.2 Création du programme	59
IV.7 Table des mnémoniques	60
IV.8 Validation de notre programme	61
IV.9 Exemple de simulation du programme développé.....	62
IV.10 Conclusion	66

CHAPITRE V: Développement de la plateforme de supervision

V.1 Introduction	68
V.2 Généralités sur la supervision	68
V.3 Avantages de la supervision	68
V.4 Architecture d'un réseau de supervision	69
V.4.1 Partie hardware	69
V.3.1.1 Dialogue homme machine	69
V.3.1.2 Système d'automatisation avec plusieurs pupitres opérateur	70
V.3.1.3 Système IHM avec fonctions centrales	71
V.3.2 Partie software	71
V.3.2.1 Modules fonctionnels d'un système de supervision	71
V.3.2.2 Traitement des données	72
V.3.2.3 Contrôle / Commande supervisé	72
V.4 Apport de la supervision	73
V.5 Présentation du logiciel de supervision	73
V.5.1 Présentation du logiciel de supervision WinCC flexible 2008.....	74
V.5.2 Logiciel exécutif SIMATIC WinCC flexible Runtime	74
V.6 Supervision de la prise AZEFFOUN sous WinCC flexible 2008.....	74
V.7 Conclusion	76
Conclusion générale	77
Bibliographie	
Annexe	

L'accès à l'eau potable devrait être acquis pour toutes les personnes à travers le monde, pourtant, certaines populations, hommes, femmes et enfants, manquent encore de nos jours d'eau potable. Le manque d'accès à l'eau potable dans le monde est un problème extrêmement grave.[15]

Chaque jour, trente milles personnes meurent à cause d'un manque d'accès à l'eau potable dans les pays pauvres. 80% des maladies sont liées à l'utilisation d'eau sale et seule une personne sur deux en Afrique a accès à l'eau potable. [15]

L'eau potable, durant des décennies, a trop souvent manqué de façon dramatique en Algérie, pays semi-aride. Mais voici qu'une amélioration très perceptible de la distribution fait que l'eau est en train de devenir disponible presque partout, pour tous, et souvent 24 h sur 24 dans quelques régions.

Avec moins de 600 m³ par habitant et par an, l'Algérie se situe dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques. Face à ces enjeux, les pouvoirs publics algériens ont engagé au début des années 2000 une série de grands projets et mis en place une politique de gestion de l'eau.[15]

Dans les régions de l'Algérois et de la Kabylie, les besoins en eau ne sont couverts qu'à hauteur de 55%. Les autorités algériennes ont donc engagé une réforme **abstraite** visant à accroître les investissements et à améliorer la gestion du secteur de l'eau. L'un des volets importants de ce programme est la mobilisation de nouvelles ressources en eau pour couvrir les besoins des trois wilayas Alger, Boumerdes et Tizi-Ouzou. Ce programme comprend la construction du barrage de TAKSEBT et l'aménagement de son infrastructure aval (transfert) en direction principalement d'Alger. Cette structure se compose d'une grande usine (station) de traitement d'eau entièrement automatisée, qui appartient à L'A.N.B.T (Agence Nationale des Barrages et de transfert) et qui a été réalisée par le leader mondial en construction et en engineering SNC-LAVALIN international. Elle permet l'acheminement de l'eau potable, à travers son réseau de transfert.

Actuellement, le réseau d'alimentation de la région nord de la wilaya de Tizi-Ouzou, nécessite un renforcement. La région comporte 214 villages répartis sur huit communes. Pour ce faire, l'étude a conduit à la réalisation d'une chambre de prise à l'intérieur de la station de traitement (Taksebt). Notre travail consiste à développer une solution de commande programmable et de l'intégrer à l'aide d'un système de supervision et de télétransmission (OTN: Open transport network) dans le réseau de transfert TAKSEBT. Afin de réaliser cette solution nous avons utilisé l'automate programmable industriel S7-300 de la firme SIEMENS.

Pour mieux développer notre projet et mener à bien notre travail, nous avons jugé utile de le subdiviser en cinq 5 chapitres.

Dans le premier chapitre, nous avons commencé par la présentation de la station TAKSEBT, puis nous avons positionné les problématiques du projet et nous avons décrit la solution choisie ainsi que l'établissement de son cahier de charge. Cette description représente une base pour le développement de la future solution programmable.

Dans le deuxième chapitre, nous avons décrit le matériel et instruments utilisés pour la réalisation de cette chambre de prise AZEFFOUN. Pour répondre aux exigences posées par l'entreprise nous avons opté dans ce projet pour la solution complètement centralisée et indépendante, on a utilisé l'API SIMATIC S7-300 de la firme SIEMENS programmé sous Step7, et la visualisation des résultats sous le logiciel WinCC SCADA.

Dans le chapitre 3 nous avons décrit l'outil de GRAFCET qui nous a permis de modéliser le fonctionnement détaillé de la chambre de prise AZEFFOUN. Le GRAFCET est un outil de modélisation très puissant qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnelles à un langage d'implantation, cette étude nous a permis d'identifier les variables de l'automate (entrée/sortie), l'implantation de ces derniers est faite avec le langage de programmation S7.

Dans le chapitre 4, la validation des programmes de contrôle que nous avons développés ont été réalisés grâce au logiciel de simulation S7 PLCSIM. Cette procédure nous a permis d'apporter les corrections nécessaires à nos programmes développés.

Dans le chapitre 5, nous avons réalisé les vues de contrôle et de supervision de la chambre de prise AZEFFOUN qui nous permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Présentation de l'entreprise et la station TAKSEBT

I.1 Introduction

Avant que l'eau arrive aux consommateurs elle subit quotidiennement différentes étapes de traitement. Ouvrir un robinet pour remplir son verre d'eau... un geste **banal**. Mais on oublie souvent que l'eau potable distribuée est l'un des produits alimentaires les plus étroitement surveillés. La qualité de l'eau du robinet répond à des normes extrêmement strictes. Avant d'arriver jusqu'à nos robinets elle sera souvent passée par des traitements sophistiqués et aura fait l'objet de multiples contrôles. Sa « fabrication » exige donc la maîtrise de multiples savoir-faire mais aussi une faculté d'anticipation à court et plus long terme qui passe par une connaissance précise des ressources en eau et un important travail amont d'identification des polluants émergents. Pour faire de nous des consommateurs éclairés.

L'Agence National des Barrages et des Transferts (ANBT), en collaboration avec la Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Alger (SEAAL), depuis 2013 exploitent ce grand barrage hydraulique sur la rivière de TAKHOUKHT et ses dérivations: rivière d'OUED AISSI entre AIT IRATEN et AIT AISSI dans la wilaya de TIZI-OUZOU.

I.2 Présentation de l'entreprise [1]



Figure I.1: Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Alger

SEAAL, Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Alger, est un opérateur public de Droit Algérien en charge de la gestion des services de l'Eau et de l'Assainissement sur l'ensemble des Wilayas d'Alger et de Tipasa (soit 57 communes à Alger et 28 communes à Tipasa). Filiale de l'Algérienne Des Eaux (ADE) et de l'Office National de l'Assainissement (ONA).

Le management de l'entreprise a été confié, pour une durée déterminée à un leader international de la gestion des services de l'Eau et de l'Assainissement, " SUEZ Environnement ". SEAAL a été créée en 2006, comme opérateur pilote de la modernisation du service public de l'eau en Algérie.

Une coordination exemplaire a été menée avec les principaux acteurs du Secteur de l'Eau pour la réalisation de projets et chantiers phares sur l'ensemble des Wilayas d'Alger et de Tipasa. La réalisation de deux Schémas Directeurs Eau Potable et Assainissement de la Wilaya d'Alger, deux projets majeurs qui structurent à l'horizon 2025 la feuille de route de SEAAL.

L'entreprise emploie plus de 5 700 professionnels (Alger et Tipasa), spécialistes de l'Eau et de l'Assainissement qui ouvrent au quotidien pour améliorer la qualité du service auprès de 3,2 millions d'habitants de la Wilaya d'Alger et des 600 000 habitants de la Wilaya de Tipasa.

II.2.1 Les laboratoires SEAAL

- Laboratoire central SEAAL (siège DG de Kouba, Alger)
- Laboratoire process de la station de traitement de Boudouaou.
- Laboratoire process de la station de traitement de SAA.
- **Laboratoire process de la station de traitement de Taksebt.**
- Laboratoire process de la station de traitement de Sidi Amar.
- Laboratoire process du complexe El Harrach.

La certification des laboratoires SEAAL selon la norme ISO 9001 version 2008 garantit la parfaite maîtrise par la SEAAL du processus de contrôle.

I.2.2 Qualité de l'eau

Une potabilité garantie de l'eau du robinet: L'eau produite et distribuée doit répondre à tout instant aux normes de qualité fixées par la Réglementation Algérienne, elle-même calée sur les normes internationales. Des analyses systématiques sont réalisées sur les sites de production et de stockage, sur le réseau de distribution et chez le consommateur. L'eau distribuée par SEAAL a une concentration en sels minéraux naturels équilibrée et adéquate pour la consommation humaine, ni agressive ni entartrante à température ambiante pour des installations sanitaires. SEAAL effectue en moyenne plus de 2 000 contrôles de qualité d'eau par jour tout au long de la filière de production et de distribution, afin de garantir la conformité de l'eau distribuée en termes de potabilité.

Ce dispositif de surveillance interne de la qualité de l'eau complète le programme de contrôle réglementaire mis en œuvre par les Autorités publiques. Le contrôle de la qualité de l'eau est assuré par des spécialistes de la qualité d'eau des laboratoires SEAAL et de ses partenaires.

I.3 Présentation du barrage de TAKSEBT [1], [4]



Figure I.2 : Localisation du Barrage de TAKSEBT en Algérie

Le barrage de TAKSEBT de Tizi-Ouzou est situé à Oued Aissi sur la rivière de TAKHOUKHT et ses dérivations: rivière d'OUED AISSI entre AIT IRATEN et AIT AISSI, à environ 7 km au sud-est de la ville de Tizi-Ouzou et 100 km à l'est de la ville d'Alger. Affluent du SEBAOU dans la willaya de Tizi-Ouzou. Sa capacité est de 175 million m³ qui s'étend sur une surface de 550 ha. Mis en service en 2001, il est alimenté par les eaux de pluie et de fonte du manteau neigeux du côté Nord du Djurdjura et des eaux usées des grands bassins collecteurs. Il comprend deux stations qui sont: station de pompage et la station de traitement.

Il est destiné à l'alimentation en eau potable les régions suivantes:

- > Tizi-Ouzou.
- > Boumerdes.
- > Alger.



Figure I.3 : Localisation des différentes stations du barrage[14]

I.3.1 Station de pompage



Figure I.4 : la station de pompage[14]

La station de pompage est conçue pour pomper de l'eau vers la station de traitement, elle comprend deux parties (partie hydraulique et électrique).

I.3.2 Station de traitement



Figure I.5 : la station de traitement[14]

I.3.2.1 Historique de la station

Construite dans la région **THALA BOUNAN** à environ 8 **km** du barrage de TAKSEBT dans la wilaya de **TIZI-OUZOU**, elle occupe une superficie de 34 **ha**, entrée en service en 2007. Elle Alimente en eau potable et en continu plusieurs wilayas du centre de pays, la station contrôlée par un système central de commande qui est l'Automate Programmable Industriel(**A.P.I**) ainsi que par un système de visualisation et de communication. Ces deux systèmes assurent un bon fonctionnement automatique de la station en fonction des commandes, indication et enregistrement.

La production nominale de la station est de 605 000 m³/j (7000 l/s) basée sur un approvisionnement en eau brute de 616 000 m³ /j. La capacité hydraulique nominale de la station est de 647 000 m³/j, prenant en compte un débit recerclé de 5% du débit d'eau brute.

I.3.2.2 Les différents locaux de la station

On trouve dans cette station plusieurs bâtiments, chaque bâtiment est conçu pour réaliser des fonctions spécifiques et nécessaires pour son bon fonctionnement de la station.

- **Bâtiment administratif**

Pour le control et la gestion de la station, cependant il abrite deux autres éléments essentiels qui sont, le laboratoire d'analyse, il permet l'analyse régulière de la qualité d'eau à chaque étape du traitement et la salle de contrôle et de commande qui permet le pilotage de l'ensemble des procédés de traitement.

- **Bâtiment électrique**

Assure l'alimentation permanente en énergie électrique de la station en cas de coupure ou de perturbation dans le réseau.

- **Bâtiment chlore**

Un système est conçu pour l'utilisation du chlore livré en tank (chaque tank contient à la fois du chlore liquide, en partie basse, et du chlore gazeux, en partie haute) afin de rendre le chlore liquide sous forme gazeux puis dilué dans l'eau est dirigé vers les points d'injection.

- **Bâtiment chaux**

Un système est conçu pour l'utilisation de la chaux en poudre afin de préparer une solution de lait de chaux par dilution de la chaux en poudre dans l'eau traitée.

- **Bâtiment acide**

Il est utilisé pour un stockage adéquat de l'acide sulfurique. Il contient aussi des installations qui sont dédiées à la préparation et l'injection de la solution d'acide sulfurique à l'eau brute.

- **Bâtiment chimie**

Le stockage, la préparation et le dosage des produits chimiques utilisés dans le traitement chimique de l'eau sont fait dans ce bâtiment où quatre solutions sont préparées à partir des réactifs suivants: sulfate d'aluminium, permanganate de potassium, charbon actif et le polymère.

- **Bâtiment mécanisme de traitement de l'eau.**

I.4 Description du projet

La station d'approvisionnement est conçue pour l'alimentation en eau potable des communes suivantes : FREHA, AZAZGA, DRAA-BEN-KHEDDA, TADMAIT, NACIRIA, BORDJMNAIL, CAP DJINET, LES ISERS, THNIA, BOUDOUAOU, et le grand ALGER.

Le transport se fera de façon gravitaire depuis la station de traitement jusqu'au réservoir d'eau traitée de DRAA-BEN-KHEDDA, puis l'eau est transférée à travers des conduites de fonte et tunnels jusqu'au réservoir de BOUDOUAOU.

Sur le tronçon de transfert, des piquages sont opérés afin d'alimenter les villes situées sur l'axe de distribution telle que : TIZI-OUZOU, DRAA BEN KHEDDA, BOUDOUAOU, etc. La station d'approvisionnement (traitement) est équipée d'un système de commande centralisée, comportant sept automates programmables Schneider reliés par un réseau Ethernet communiquant en protocole MODBUS avec un automate programmable industriel (API)

Siemens, ainsi qu'un système de visualisation et de communication permettant à l'opérateur de contrôler le procédé à distance.

A présent, la région nord de la wilaya de Tizi-Ouzou, nécessite un renforcement pour acheminer ce liquide vital. La région comporte 214 villages répartis sur huit communes: Boudjema, Iflissen, Tigzirt, Aghrib, Akerrou, Azeffoun, Ait Chaffaâ et Zekri, dont le besoin est évalué à 28800 m³/j. Pour ce faire, l'étude a conduit à la réalisation de 100 km de canalisation, 11 réservoirs, 06 stations de reprise, un système de télétransmission et de télémesure et une chambre de prise à l'intérieur de la station de traitement (Taksebt). Cette dernière fera l'objet d'études dans le présent mémoire.

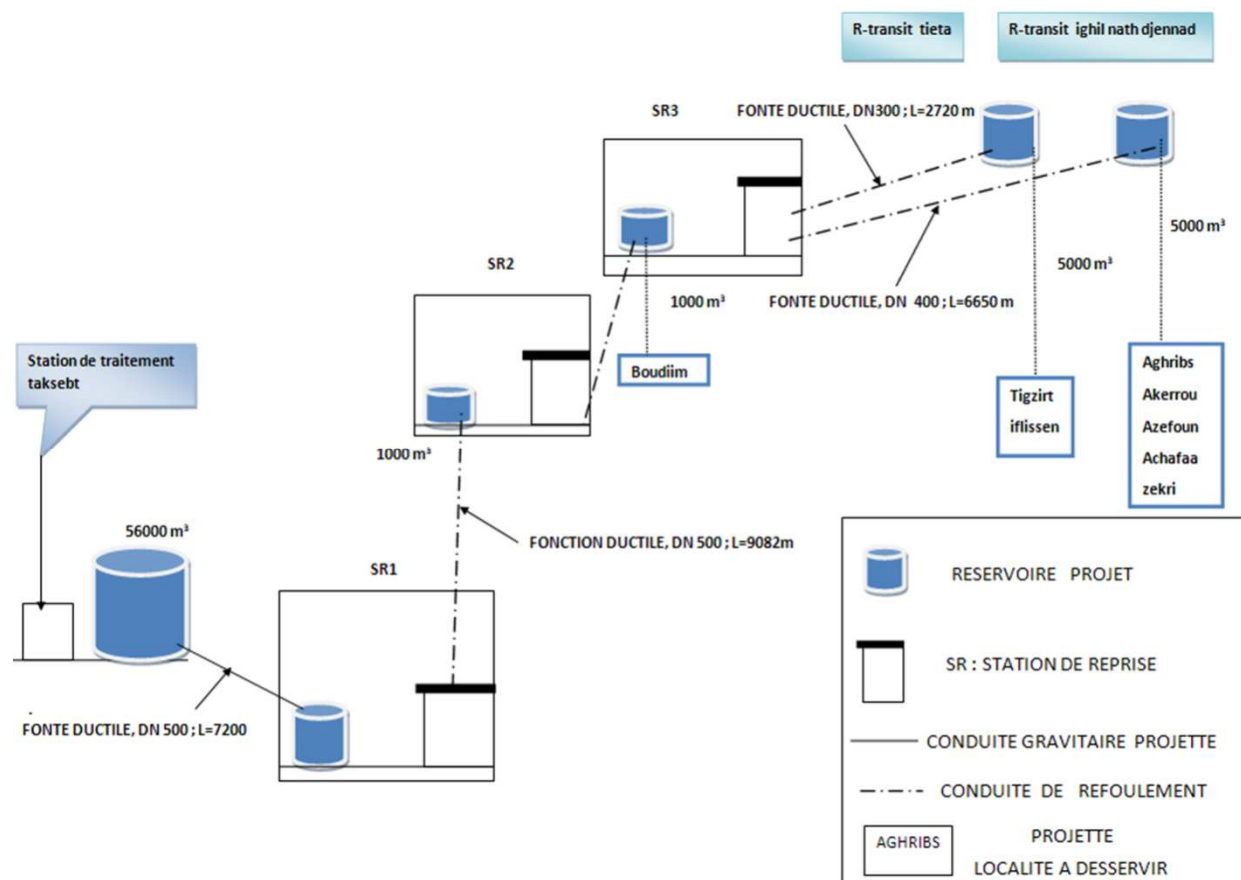


Figure I.6 : Chaîne de refoulement de la région nord de la Wilaya de Tizi-Ouzou

I.4.1 Problématique

La réalisation de ce projet nécessite une prise en compte de plusieurs contraintes : Commençant par le facteur économique jusqu'au facteur technique afin d'assurer une solution optimale au problème. Dans ce qui suit nous intéressons surtout aux facteurs techniques.

Le choix du type de commande centralisée ou décentralisée a été choisi par l'entreprise qui réalise le projet et qui est « la commande décentralisée », donc il nous reste qu'à choisir le type d'automate à installer pour la chambre de prise d'AZEFFOUN.

Selon les contraintes opérationnelles, la réponse à cette question nous conduit à proposer de placer une armoire TGBT, un automate et une armoire OTN dans la chambre de prise AZEFFOUN. La solution apportée à cette question va nous conduire à la réalisation et au choix d'équipements matériels à utiliser (instrumentation, installation).

I.4.2 La solution

Le piquage sera fait au niveau de la conduite de refoulement entre la chambre de prise AZAZGA/FREHA et celle de BASTOS c'est-à-dire une chambre de prise complètement indépendante, avec une intégration dans la boucle de la télétransmission (fibre optique) qui consiste à rajouter un automate programmable industriel de Siemens S7-300, une armoire TGBT et une armoire OTN.

TGBT : Tableau Général Basse Tension ;

OTN : Open Transport Network.

Du point de vue économique cette solution revient très chère, par apport à la réalisation d'une déportée décentralisée, mais elle est la plus fiable pour gérer la chambre de prise AZEFFOUN toute entière et éviter différents problèmes venant d'un automate qui commande deux chambres : FREHA/AZAZGA et AZEFFOUN.

Parmi ces problèmes:

- La défaillance d'un module dans l'automate.
- La défaillance d'un composant électrique dans l'armoire TGBT.
- La défaillance d'une carte dans OTN.
- Coupure d'électricité qui alimente les armoires TGBT et OTN, etc.

Implique des erreurs, des pannes pour les deux chambres, donc un problème d'alimentation en eau pour toutes les régions qui sont liées à ces deux chambres.

L'équipe d'étude a opté pour la solution car elle est indépendante de tout risque lié à la dualité de commande et aussi à la disponibilité des équipements choisis.

Notre apport à la réalisation de ce projet est accentué sur la chambre de prise AZEFFOUN, située entre la chambre de prise **FREHA/AZAZGA** et celle de BASTOS. Cette contribution va

se limiter au développement d'une solution de commande automatique supervisée et décentralisée via un système d'interface homme machine(IHM) et des écrans de visualisations.

I.4.3 L'emplacement de cette chambre de prise

La figure suivante nous montre le point de piquage (entre la chambre de prise FREHA/AZAZGA et celle de BASTOS).

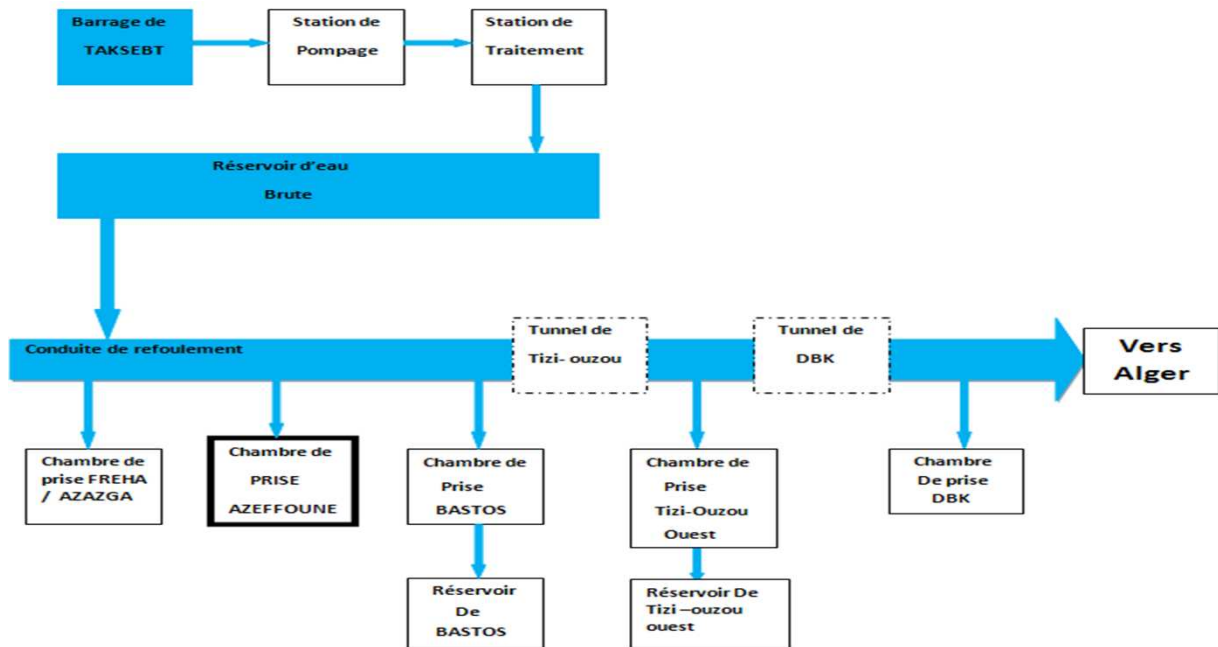


Figure I.7 : Représentation de la chaine de refoulement du secteur 1 avec la nouvelle chambre de prise AZEFOUN



Figure I.8 : Localisation de la nouvelle chambre de prise AZEFOUN

I.4.4 Cahier des charges

I.4.4.1 Partie électrique

-Réalisation d'une nouvelle prise d'alimentation en eau potable de la région AZEFFOUN à partir du réseau de transfert alimentant le couloir TAKSEBT /BOUDOUAOU :

- Installation d'un automate programmable industriel SIMATIC S7-300 qui va gérer tout les équipements de cette chambre.
- Installation d'une armoire OTN pour relier la chambre de prise AZEFFOUN au réseau de transfert Taksebt.
- Installation d'une armoire TGBT pour alimenter les vannes, les instruments (capteurs, actionneurs), les modules d'entrées/sorties de l'automate et l'armoire OTN.

I.4.4.2 Partie hydraulique

- Différents équipements de la chambre de piquage.

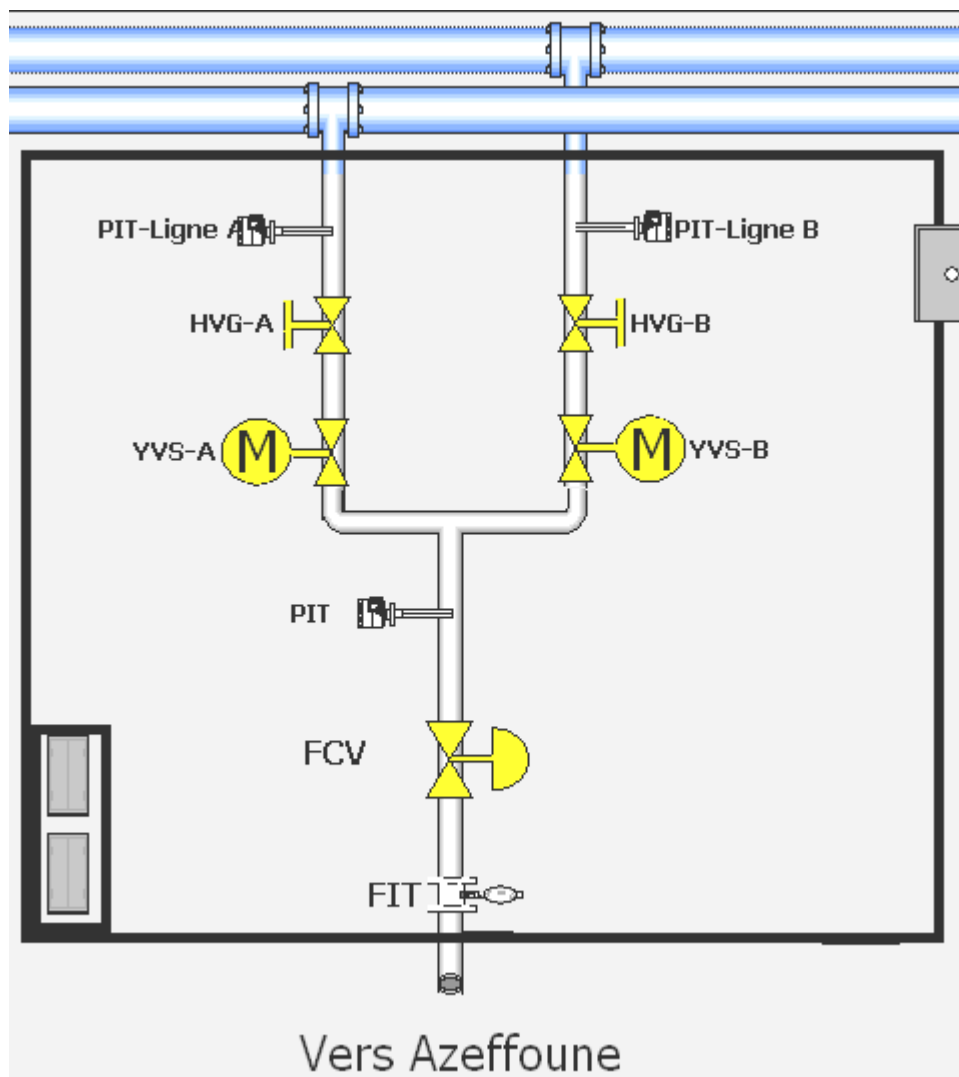


Figure I.9 : Présentation de la chambre de prise AZEFFOUN

- HVG-A, HVG-B: vannes de garde manuelle avec un capteur fin de course ouvert/fermé ;
- YVS-A, YVS-B: vannes de service motorisées tout ou rien ;
- FCV : vanne de régulation avec commande analogique 4-20mA;
- PIT-Ligne A, PIT-Ligne B, PIT : mesure de pression de 0 à 10 bars ;
- FIT : débit mètre (Instrument de mesure de débit).

Ces composants seront expliqués dans le 2^{ième} chapitre.

I.4.4.3 Régulation de débit

Le piquage d'AZEFFOUN sera régulé par une vanne de régulation à commande électrique (4-20 mA), en suivant les étapes suivantes:

Etape 1 : Acquiescement des défauts et mise en service du piquage;

Etape 2 : Introduction d'une consigne de débits inférieure ou égale à 3500m³/h ;

Etape 3 : Pré-positionnement de la vanne de régulation;

Etape 4 : Introduction des tolérances de débits entre la consigne et la valeur mesurée ;

Etape 5 : Calcul de la différence entre la consigne et la mesure de débit;

Etape 6: Définition du mouvement de la vanne (fermeture ou ouverture) selon la différence entre la consigne et la mesure du débit;

Etape 7: Libération du régulateur et positionnement de la vanne avec t_1 temps de régulation et t_2 temps de stabilisation ;

Etape 8: Si pendant la stabilisation, la valeur est dans la tolérance on arrête la régulation sinon on retourne à l'étape 7;

Etape 9: Calcul du résultat du positionnement de la vanne ;

Etape 10: La mise en marche de la vanne de régulation est conditionnée par le fonctionnement de la vanne de service ;

Etape 11: La vanne de service est en état de marche si les deux vannes manuelles sont ouvertes, si le mouvement est trop long on retourne à l'étape 1.

I.4.4.4 Visualisation et commande

Les variables du processus (PV:Process Variable) ainsi que la vue de la nouvelle prise seront intégrées dans le système de supervision WinCC SCADA qui gère le réseau de transfert TAKSEBT-BOUDOUAOU à partir de la salle de contrôle de TAKSEBT (CDD).

I.5 Description de la solution proposée

Notre solution consiste à installer un automate programmable industriel SIMATIC S7-300 dans la chambre de prise AZEFFOUN et de le connecter au réseau de transfert TAKSEBT via le réseau OTN pour assurer la communication et la transmission d'informations avec le poste de contrôle (CDD).

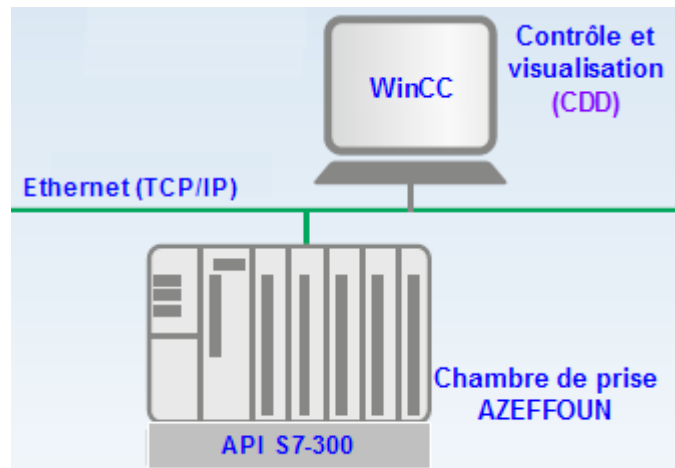


Figure I.10 : Méthode de communication avec le poste de contrôle (CDD)

I.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons commencé par la présentation de la station TAKSEBT, puis nous avons positionné les problématiques du projet et nous avons décrit la solution choisie ainsi que l'établissement de son cahier de charge. Cette description représente une base pour le développement de la future solution programmable.

CHAPITRE II

Matérialisation de la chambre AZEFFOUN

II.1 Introduction

Le processus utilise trois vannes motorisées, trois capteurs de pression et un capteur de débit.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les différents éléments de la chambre ainsi que leurs fonctionnements.

II.2 Structure d'un Système Automatisé de Production (SAP)

Un système automatisé de production est composé d'une Partie Opérative (P.O), Partie de Commande (P.C) et d'une partie dialogue.

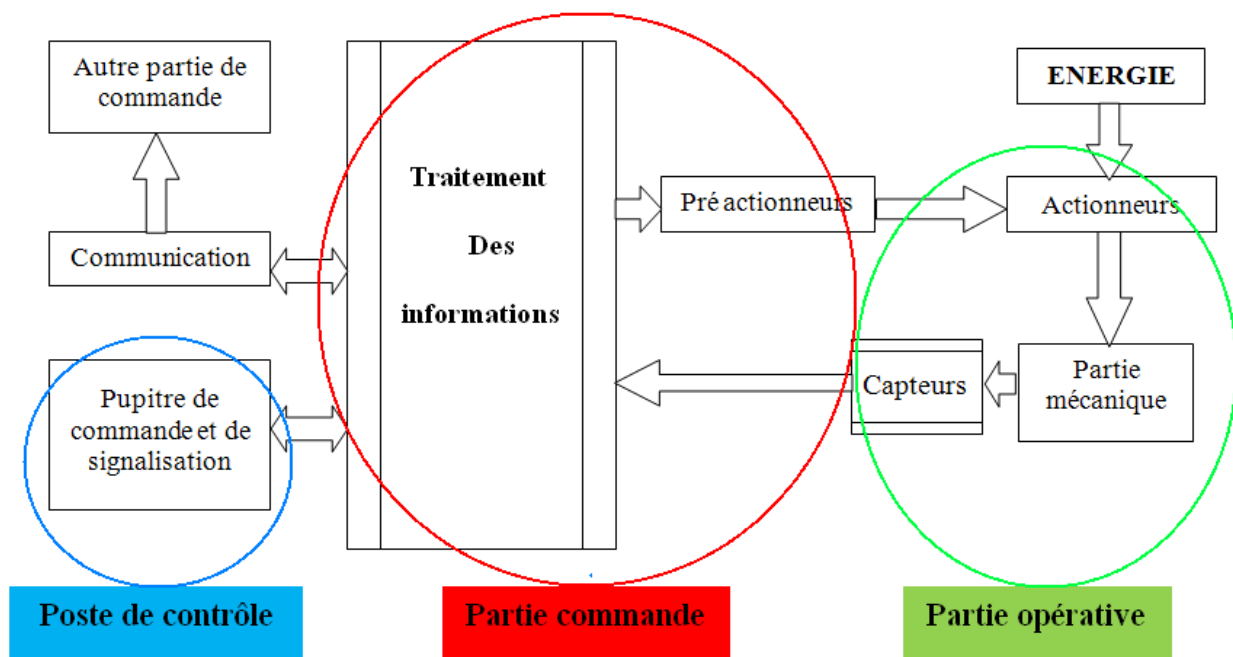


Figure II.1: Schémade la structure d'un SAP

Le choix des instruments joue un rôle très important dans un système automatisé; d'une façon générale un système automatisé peut se composer de deux parties qui coopèrent; une partie commande et une partie opérative.

II.2.1 Partie opérative(PO)

Elle regroupe l'ensemble des opérateurs techniques tels que les actionneurs et les capteurs qui assurent et contrôlent la production des effets utiles pour lesquels le système automatisé a été conçu. Elle reçoit les ordres de la partie commande par l'intermédiaire des Pré-actionneurs et elle lui adresse en permanence à l'aide des capteurs le compte rendu des opérations effectuées, elle est constituée de:

a) Actionneurs

Les actionneurs transforment les ordres de la partie commande en actions de la partie opérative. Ces actions peuvent être mécaniques, hydrauliques, pneumatiques ou électrique. Ils transforment l'énergie qui est dans la source extérieure en une action physique.

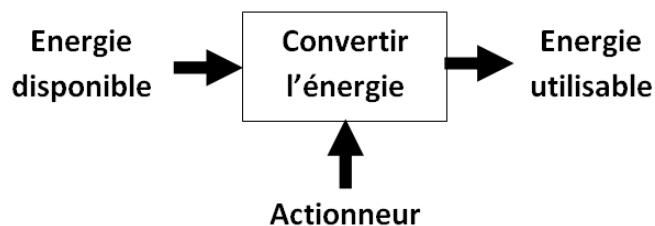


Figure II.2 : Rôle de l'actionneur dans un SAP

Il existe trois types d'actionneurs:

a.1) Actionneurs électriques

Ils utilisent directement la puissance électrique fournie aux machines et ils peuvent être:

- Des moteurs électriques.
- Des résistances de chauffage.

Les Pré-actionneurs associés à ces actionneurs sont principalement des contacteurs et des électrovannes.

a.2) Actionneurs pneumatiques

Ils utilisent de l'air comprimé, facile à utiliser et ils se présentent sous forme de vérins pneumatiques, les distributeurs sont les pré-actionneurs qui leur sont associés.

a.3) Actionneurs hydrauliques

Ils sont utilisés lorsque l'effort à développer est très important, on prend l'exemple des vérins hydrauliques.

b) Capteurs

Ils sont des composants de la chaîne d'acquisition. Ils prélèvent des informations sur le comportement de la partie opérative (P.O) et les transforment en informations exploitables par la partie commande (P.C).

Pour pouvoir être traitées, ces informations seront portées par un support (énergie), on parlera alors de signal.

L'information délivrée par un capteur peut être logique (TOR), analogique (dans ce cas il faudra joindre à la partie commande, des modules de conversion analogiques numériques(AN) et numériques analogiques (NA).

Le capteur fournit à la partie commande le compte rendu sur l'état du système, il convertit les informations physiques de la partie opérative en grandeurs électriques exploitables par la partie commande.

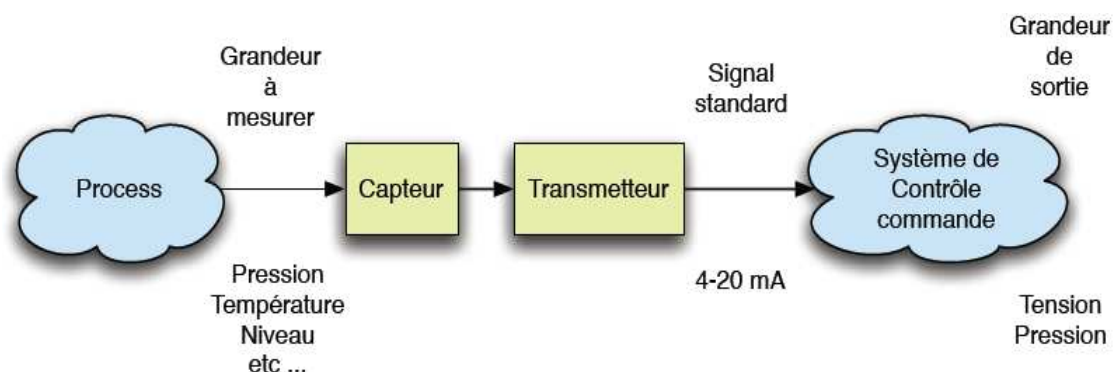


Figure II.3 : Capteur et transmetteur en situation

b.1) Différents types de capteurs

Il existe 3 types de capteur:

On peut classer les capteurs selon la nature de la sortie délivrée en deux groupes: Analogique et Logique (TOR).

Les capteurs TOR

Ce sont les plus répandus en automatisation, capteur à contact mécanique, il délivre en sortie un signal 1 ou 0 dit tout ou rien.

La sortie est un état logique que l'on note de 1 ou 0. Son signal peut être du type courant (présent ou absent dans le circuit), tension, LED (allumée, éteinte).

Les capteurs analogiques

Ils traduisent les valeurs de position, pression, température sous forme d'un signal (tension ou courant) continu variant entre 2 valeurs limites.

La sortie est une grandeur physique (tension ou courant) dont la valeur est proportionnelle à la grandeur physique mesurée.

Les capteurs numériques

Ils transmettent des valeurs numériques précisant des positions, pressions, etc, qui peuvent être lues sur 8, 16 ou 32 bits.

b.2) Caractéristiques principales des capteurs

Les caractéristiques principales des capteurs sont:

- L'étendue de mesure.
- La sensibilité.
- La rapidité.
- La linéarité.
- La précision

II.2.2 Partie commande (P.C)

Elle se compose essentiellement de l'automate programmable industrielle (API), elle élabore des ordres à partir des informations reçues de la partie opérative (dialogue avec la machine) ou à partir des consignes qui sont données par l'opérateur (dialogue homme-machine (IHM : Interface Homme Machine)).

a) Pré-actionneurs

Ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique) et ils autorisent ou non le passage d'énergie nécessaire à l'actionneur, ce contact peut être un contacteur pour l'énergie électrique ou un distributeur pour l'énergie pneumatique.

Les pré actionneurs à leur tour sont commandés par la partie commande qui reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs.

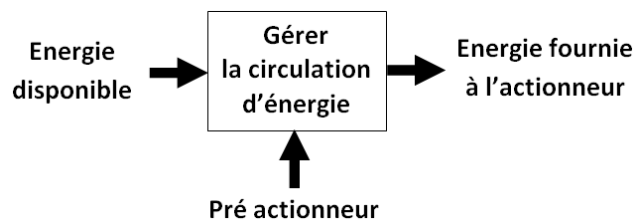


Figure II.4 : Rôle de l'actionneur

Comme exemple de Pré-actionneurs on peut citer:

a.1) Pré-actionneurs électriques

- **Relais:** Un relais fait office d'un pré-actionneur, c'est un composant électromagnétique permettant la transition entre un courant faible et un courant fort. Mais il sert également à commander plusieurs organes simultanément grâce à ces multiples contacts synchronisés.
- **Contacteurs:** Ce sont des pré-actionneurs tout ou rien (TOR), les contacteurs sont conçus pour commuter des courants de fortes intensités, en quelque sorte c'est une sécurité pour l'opérateur, car à partir d'une faible puissance en utilisant le relais, il manipule les puissances élevées par le contacteur.

a.2) Pré-actionneurs pneumatiques

- **Distributeurs:** Utilisés pour commuter et contrôler le débit d'air sous pression comme des sortes d'aiguillages à la réception d'un signal de commande qui peut être mécanique, électrique, ou pneumatique.

II.2.3 Poste de contrôle

Il est composé de pupitres de commande et de signalisation ou d'un ordinateur de contrôle, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt), il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, la communication entre l'homme et la machine pour:

- La gestion de production
- Le suivi de production
- L'aide à la maintenance

II.3 Description de la station à automatiser

Les différents équipements essentiels constituant la station sont:

II.3.1 Les vannes

Les vannes sont réparties, robinets-vannes ou vannes de régulation . Dans la chambre de prise AZEFFOUN on a 4 vannes et elles sont données comme suit:

II.3.1.1 Vanne de garde manuelle TOR (tout ou rien)

En règle générale, ces vannes ont deux positions, ouverture/fermeture, elles sont rarement manœuvrées et généralement effectuent la course complète. Le contrôle se fait manuellement.

a) Le corps de la vanne

Le corps de la vanne est montré sur la figure II.5. Ses constituants sont donnés ci-dessus:



Figure II.5 : Vanne papillon

➤ Clapet papillon

L'obturateur est un disque dont le diamètre est égal au diamètre intérieur de la conduite. A la fermeture, ce disque a sa surface perpendiculaire au sens du passage du fluide. La variation de la section de passage se fait par inclinaison de ce disque par rapport à la verticale. La tige de l'obturateur effectue un mouvement de rotation.

b) La commande de la vanne

Les vannes de garde manuelle sont des vannes papillon, elles sont actionnées via un levier ou un volant de commande.



Figure II.6 : Vanne papillon à commande manuelle

II.3.1.2 Vanne de service motorisée

C'est une vanne papillon équipée d'un servomoteur électrique (rotatif tout ou rien). Les états OUVERT ou FERME sont essentiels. Par conséquent, les informations de mouvement vers l'ouverture ou la fermeture ainsi que les positions finales OUVERTE et FERMEE sont suffisantes et l'arrêt du moteur se fait en fonction du choix pré-réglé.

a) Vanne ouverte

Leurs alimentation en courant provoque une rotation de la tige associée au disque d'un angle de 90° cela permet l'ouverture totale de la vanne.

b) Vanne fermée

La vanne papillon est actionnée par un servomoteur, dès la coupure de l'alimentation la vanne sera fermée.

La vanne papillon est actionnée par un servomoteur rotatif tout ou rien.

c) Le corps de la vanne

Le corps de cette vanne est comme celui de la vanne manuelle (voir figure II.5).

d) La commande de la vanne

La vanne papillon est actionnée par un servomoteur rotatif tout ou rien.

II.3.1.3 Vanne de régulation

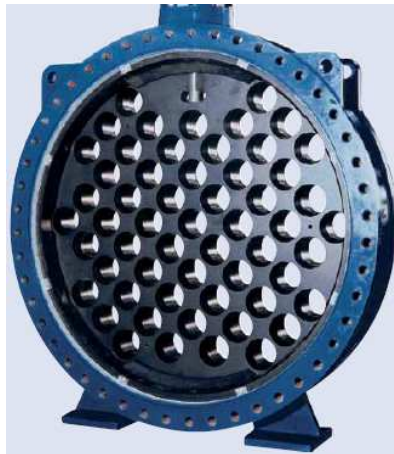


Figure II.7 : La vanne de réglage Monovar

Une vanne de régulation comporte trois éléments principaux: le corps de vanne qui assure le réglage du débit; le positionneur qui régule l'ouverture de la vanne en accord avec le signal de commande; le servomoteur ou actionneur qui assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne.

Les vannes de régulation servent à régler des valeurs de consigne sous surveillance permanente et soumise à des corrections en intervalles courts (quelques secondes).

Dans notre cas, la vanne de régulation permet de faire varier le débit d'eau dans la conduite dans le but de le mettre dans une situation bien précise en d'autres termes d'atteindre la consigne voulue.

Le contrôle se fait par le biais d'une valeur de consigne en continu (un signal de 4 – 20mA).

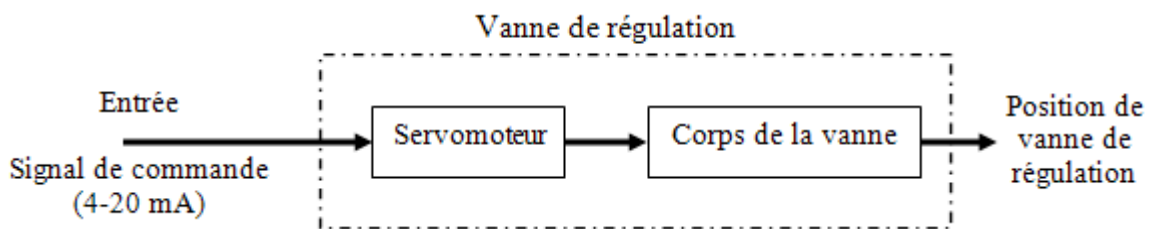


Figure II.8 : Régulation de débit

a) Le corps de la vanne

Le corps de la vanne est un élément qui assure le réglage du débit (voir figure II.7).

> Positionneur

Il régule l'ouverture de la vanne en accord avec le signal de commande.

b) La commande de la vanne

La vanne est actionnée par un servomoteur proportionnel (avec commande intégrée), commandé par un système de régulation qui positionne la vanne à l'endroit désiré.

La vanne est constituée aussi de:

- >Un contacteur de début et de fin de course ;
- >Une copie de la position.

II.3.2 Le servomoteur

C'est l'organe qui permet d'actionner la tige du clapet de la vanne ; il assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne.

L'effort développé par le servomoteur a deux buts:

- > Lutter contre la pression agissant sur le clapet par le fluide ;
- > Assurer l'étanchéité de la vanne, et le pourcentage d'ouverture.

Ces deux critères conditionnent le dimensionnement des servomoteurs. Le fluide moteur (énergie de motricité) peut être: de l'air, de l'eau, de l'huile, de l'électricité (servomoteur électrique).

a) Servomoteur électrique

Le servomoteur électrique est basé sur le principe d'un moteur triphasé asynchrone, alimenté par une carte électronique de pilotage de courant et de tension d'alimentation pour varier la vitesse de fermeture de la vanne et le couple de traînage pour vaincre les forces produites par la fluctuation de pression du fluide. Dans notre cas, on utilise un servomoteur multi tours BERNARD.

b) Servomoteur multi tours

Un servomoteur BERNARD multi tours est un servomoteur qui transmet un couple à une vanne sur une course de 360° minimum; Il est manœuvré par un moteur électrique et capable de supporter la poussée.

Un volant est disponible pour le fonctionnement manuel. L'arrêt en position finale peut être effectué par contacts fin de course ou limiteurs de couple. Une armoire de commande est impérativement requise pour manœuvrer le servomoteur et traiter les signaux de ce dernier.



Figure II.9 : Servomoteurs BERNARD étanches modèle ST175 multi tours

On peut paramétrer le servomoteur selon deux critères:

c) Service tout ou rien

Si les vannes sont utilisées en tant qu'obturateur, leur fonctionnement est binaire: ouvert ou fermé. Les positions intermédiaires ne sont pas approchées. La vanne sera relativement peu souvent actionnée, l'intervalle entre deux opérations pouvant être de quelques minutes ou de plusieurs mois. Dans ce cas, le mode de service du moteur électrique est intitulé « service intermittent ». Ce mode de service est caractérisé en outre par l'indication d'un temps de marche maximum admissible sans interruption. Normalement, ce temps de marche s'élève à 15 minutes.

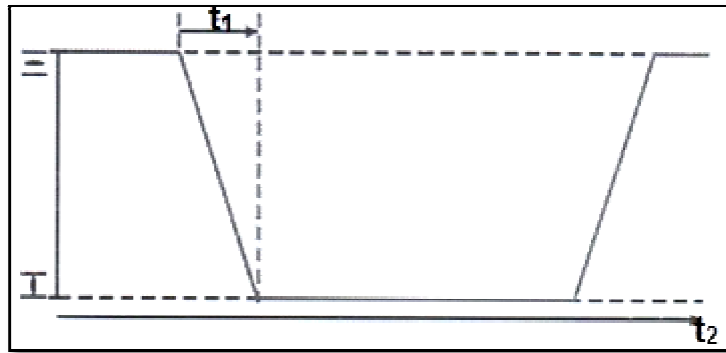


Figure II.10 : Déroulement typique en service tout ou rien

t_1 est le temps de manœuvre ne devant pas excéder le temps de marche maxi (admissible).

d) Service de régulation

Les applications de régulation doivent prendre en compte l'inertie de l'obturateur, les fluctuations des entrées du système, etc. Par exemple, le réglage précis d'un débit de fluide. Lors de certaines applications sensibles, le réglage est repris à un intervalle de quelques secondes. Cette exigence sur le servomoteur est plus importante que lors du service tout ou rien. La mécanique comme le moteur doivent être dimensionnés de manière à résister à des démarrages fréquents sur de longues périodes et ce sans nuire à la précision souhaitée ; comme le décrit la figure II.11.

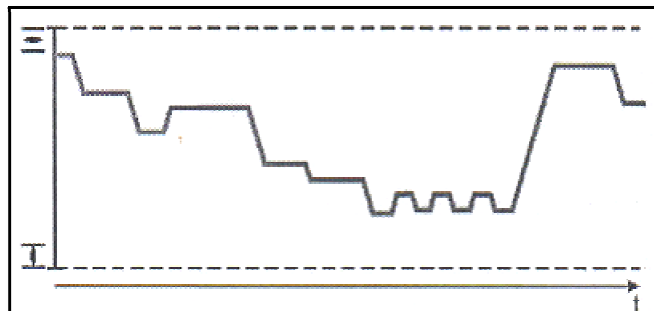


Figure II.11 : Déroulement typique en service de régulation

Quelque soit le type de fonctionnement choisi TOR ou régulation, le servomoteur doit s'arrêter automatiquement lorsqu'une position finale est atteinte. Deux mécanismes peuvent être sélectionnés selon le type de vanne manœuvrée.

- Arrêt par contacts fin de course: la commande coupe le servomoteur lorsqu'une position de fin de course pré-réglée est atteinte.
- Arrêt par limiteurs de couple: la commande coupe le servomoteur lorsque le couple pré-réglé dans la position finale de la vanne est appliqué.

II.3.3 Description des régulateurs

Le régulateur transforme les écarts entre la valeur de mesure et la valeur désirée en un signal de commande pour l'organe de réglage, selon une loi déterminée, les lois de commande prennent différentes formes selon le type du processus à régler.

Les régulateurs peuvent être à action discontinue en agissant par tout ou rien ou à action continue.

Les régulateurs continus se répartissent en trois grands types différents selon leurs actions.

➤ Action proportionnelle (P)

Pour cette action, la réaction sur la grandeur de réglage est proportionnelle à l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de la consigne du paramètre à régler. Ce genre de régulateur ne fait pas disparaître l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de la consigne, mais le réduit simplement.

➤ Action intégrale (I)

Pour annuler l'écart résiduel, on insère la régulation par action intégrale. Ce genre de régulateur risque d'entretenir une oscillation de la grandeur réglée.

➤ Action dérivée (D)

Le régulateur à action dérivée établit une valeur réglée en fonction de la vitesse de variation de l'erreur ainsi il améliore les performances de rapidité du système à régler.

Le régulateur de type PI est l'un des plus utilisés dans la pratique. Il s'agit d'un couplage parallèle entre un régulateur proportionnel et un régulateur intégral.

II.3.4 Régulateur PID [8]

Le régulateur universel PID (proportionnel-intégral-dérivée) s'obtient donc en ajoutant une composante de type D à un régulateur PI qui cumule les avantages des deux types de régulateurs (stabilité, rapidité, faible erreur résiduelle), tout en compensant leurs désavantages respectifs. Comme pour le régulateur PD, la partie dérivée assure une plus grande rapidité.

> Loi de commande de régulateur PID de structure mixte:

$$U(t) = K_p \cdot e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + T_d \frac{de}{dt}$$

➤ Fonction de transfert du régulateur PID :

$$C(s) = \frac{U(s)}{E(s)} = K_p \cdot \frac{1 + T_i \cdot s + T_i \cdot T_d \cdot s^2}{T_i \cdot s}$$

Ce besoin de réglage sera présent tant que l'erreur ne sera pas repassée par 0.

T1 et T2: Lorsque le bloc «**Tolérance** » demande d'agir sur la position de la vanne, on libère le régulateur pendant un temps **T1**. A l'écoulement de ce temps, on va attendre un temps de stabilisation du débit **T2** et ainsi de suite.

T1 : le temps de régulation ;

T2 : le temps de stabilisation.

Holdi-part: Paramètre permettant de bloquer la partie intégration d'un régulateur **PID** de façon à l'empêcher de dévier lorsque il n'a pas la main sur le positionnement de la vanne de régulation; appelé aussi « Blocage de l'intégrateur ».

LIM-H et LIM-L: Ces paramètres (en %) vont limiter le positionnement de la vanne de régulation à la zone de fonctionnement correcte ; LIM-H: limite high, LIM-L: limite low.

FCV: vanne de régulation ;

MV: position demandée par le régulateur ;

Err: l'erreur (comparateur);

V(%) : rampe pour limiter l'évolution de la sortie à une vitesse proche de celle de la vanne.

La mesure: le débit mètre (1/s).

b) Fonctionnement

Au changement du setpoint (consigne), si l'erreur calculée est supérieur à la tolérance, le régulateur va être libéré pour T1 secondes et il va déplacer la vanne d'un certain pourcentage (en fonction de ses paramètres proportionnel et intégral). A la fin du temps de régulation, on mémorise la position demandée par le régulateur et on fige la sortie à cette valeur pendant le temps T2 à des fins de stabilisation. Pendant T2, l'erreur est en permanence recalculée et s'il subsiste une erreur à la fin de T2, on libère à nouveau le régulateur.

Si l'on veut limiter le déplacement de chaque mouvement à un pourcentage maximum, il faut paramétrer T1 égal au temps nécessaire pour ce mouvement. De cette façon, à chaque libération du régulateur on aura un déplacement limité de la vanne.

Il est important que le régulateur ne soit pas plus rapide que le déplacement de la vanne. C'est-à-dire que si le temps de déplacement de la vanne de 0 à 100% est par exemple de 120 secondes, le régulateur ne peut pas demander un déplacement de 0 à 100% en moins de 120 secondes, car le système serait instable et il y aurait oscillation du régulateur et donc de la vanne. C'est pourquoi nous ajoutons une rampe avant la sortie. Suivant le paramétrage de cette rampe, nous limiterons l'évolution de la sortie à une vitesse proche de celle de la vanne.

II.3.5 Capteurs et autres

II.3.5.1 Capteurs de pression, (pressostats)

Les capteurs de pression utilisent un organe mécanique pour provoquer la commutation si la pression est suffisante. La figure suivante illustre le fonctionnement du pressostat.

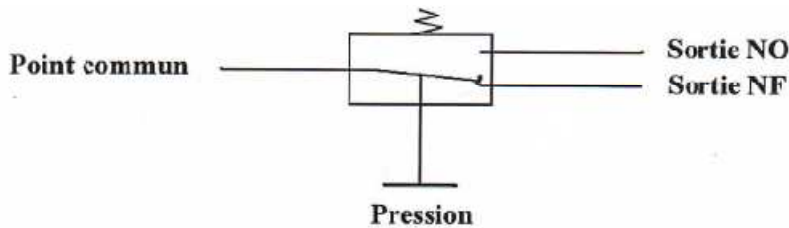


Figure II.13 : Principe du capteur de pression

L'entrée du pressostat (P) pousse la lame de contacteur pour faire commuter le contact du détecteur, et cela lorsque la pression dépasse un certain seuil, qui est ajusté en modifiant la tension du ressort par une visse.

II.3.5.2 Débitmètre électromagnétique [2]



Figure II.14 : Débitmètre électromagnétique

Le débitmètre électromagnétique permet de mesurer le débit d'eau dans les conduites en charge avec une conductivité de liquide supérieure à 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, il est constitué d'un tube revêtu

intérieurement d'un isolant et comportant deux électrodes de mesure (le tout est choisi compatible avec la température, pression et nature de fluide).

a) Fonctionnement

Le débitmètre électromagnétique fonctionne suivant le principe de Faraday. Quand un liquide conducteur s'écoule perpendiculairement à travers un champ magnétique, une différence de potentiel électrique est créée au sein du liquide. Cette différence de potentiel captée à l'aide de deux électrodes permet, par le calcul, d'en déduire la vitesse puis le débit du fluide.

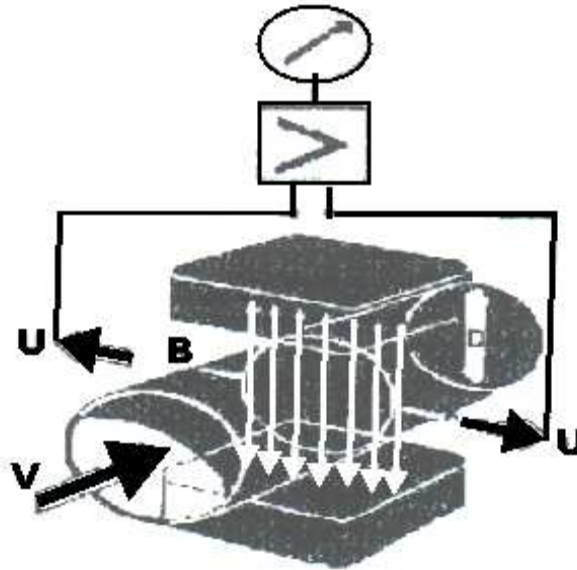


Figure II.14 : Schéma de principe de la mesure d'un débitmètre

$$U = B \cdot D \cdot V$$

Avec :

U: différence de potentiels électrique en volts;

B: induction magnétique en tesla;

D: écartement des électrodes (diamètre du conducteur en m) ;

V: la vitesse d'écoulement moyenne en m/s.

Débit d'eau en m^3 / s ; $m^3 / s = (m \cdot m^2) / s = (m/s) \cdot m^2$.

Donc le débit d'eau = la vitesse d'écoulement moyenne * la surface.

Le débitmètre électromagnétique peut être paramétré ou programmé selon les conditions de fonctionnement du système et en respectant les caractéristiques techniques suivantes:

- Alimentation électrique provenant de l'API : 24AC/DC ;
- Signal de sortie: 0/4-20mA (dans notre cas 4-20mA) ;
- Température ambiante: entre -25°C et 50°C ;
- Conductivité: Min 5u.s/cm ;

- Longueurs droites amont et aval: 3*DN amont et 2*DN aval ; DN diamètre nominal de la conduite;
- Vitesse de fluide: 0.2 à 10m /s;
- Temps de réponse: à partir de 0.1 s;
- Pression: jusqu'à 40 bars.

b) Montage

Les conditions de montage du débitmètre électromagnétique sont:

- Le débitmètre doit être monté à l'écart de tout champ magnétique puissant;
- Il doit être installé de telle manière que la conduite de mesure soit pleine de fluide en permanence;
- Il faut monter les vannes et autres dispositifs d'arrêt en aval du débitmètre afin que la conduite de mesure ne risque pas de se vider;
- Une légère pente d'environ 3% est recommandée pour favoriser le dégazage (pour éviter les discontinuités du signal);
- Le débitmètre électromagnétique peut être monté sur une conduite verticale ou horizontale, sauf qu'il faut respecter les conditions du montage;
- Diamètre nominal choisi de telles sortes que la vitesse du fluide permette une précision suffisante, en général égale au diamètre des conduites;
- Il existe encore plusieurs manières de montage mais il faut faire en sorte de respecter les conditions de fonctionnement de débitmètre, ainsi éviter les contraintes qui peuvent modifier le résultat de mesure telles que les poches d'air entraînées par le fluide, ou une conduite qui n'est pas remplie pendant toute la durée de mesure.

c) Avantages

- Aucune perte de charge;
- La grandeur mesurée est directement proportionnel au débit (réponse linéaire);
- Large gamme de diamètres de conduite possible (de quelques mm à 2 m) ;
- Peut mesurer un écoulement bidirectionnel;
- Utilisable avec des liquides agressifs et corrosifs, avec des boues;
- Relativement insensible à la densité, viscosité et profil d'écoulement du fluide ;
- Le facteur d'étalonnage ne varie pas au cours du temps (si la maintenance est suffisamment fréquente).

d) Inconvénients

- Son prix élevés;
- Ne peut être utilisé que pour des liquides conducteurs du courant électrique (ce qui exclu les hydrocarbures et les solvants organiques).

II.3.5.3 Convertisseur



Figure II.15 : Convertisseur de mesure en boîtier mural IFC 300

Le convertisseur de mesure en boîtier mural séparé est généralement utilisé si l'accès au point de mesure est difficile ou si les conditions ambiantes empêchent l'utilisation de la version compacte.

II.3.5.4 Transmetteur de pression [3]

Dans notre projet nous intéresserons aux transmetteurs cerabarM qui mesurent la pression absolue ou relative, selon la version, dans les gaz, vapeurs, liquides. Ils sont utilisés dans tous les domaines des procédés industriels.

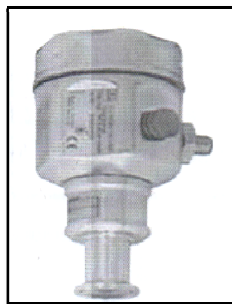


Figure II.16 : Présentation d'un transmetteur de pression cerabarM

Fonctionnement de cerabarM:Le fonctionnement du cerabarM dépend de la membrane utilisée, il existe deux cellules représentées sur le schéma ci-dessous.

a) Cellule céramique

La pression du processus agit directement sur la membrane céramique robuste et la déplace de valeur maximale qui est de 0.025 mm. La variation de la capacité proportionnelle à la pression est mesurée entre deux électrodes (substrat céramique et la membrane). La gamme de mesure dépend de l'épaisseur de la membrane céramique.

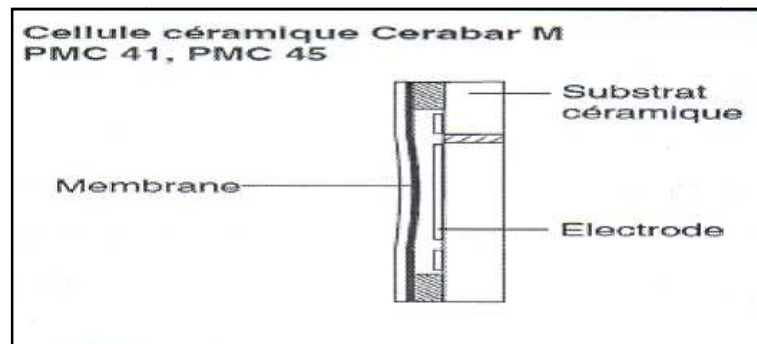


Figure II.17 : Schéma représentant la cellule céramique du cerabarM

b) Cellule métallique

La pression de processus déplace la membrane séparatrice et le liquide de remplissage transmet la pression à un pont.

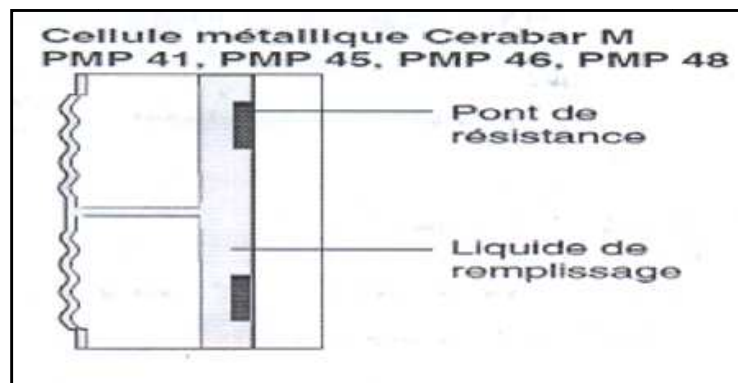


Figure II.18 : Schéma représentant la cellule métallique du cerabarM

c) Principe de mesure

Dans la chambre de prise AZEFFOUN, il a été décidé d'utiliser la cellule céramique car le principe de mesure se repose sur la variation de capacité. Le capteur capacitif est constitué d'une membrane céramique formant l'électrode mobile d'un condensateur et d'une deuxième électrode fixe qui est montée dans le boîtier et isolée électriquement sur le substrat céramique.

La différence de pression est proportionnelle au déséquilibre de capacité du au déplacement de la membrane.

La tension induite est: $U_e = Q/C$;

Avec : $C = k \cdot (S/d)$;

C: capacité en **FARAD (F)** ;

k: constante diélectrique **F/m** ;

S : surface des armatures en **m²** ;

d: distance entre les armatures en **m (mètre)** ;

Q : la charge emmagasinée en **coulomb**.

d) Installation

L'installation est le montage du cerabarM est réalisée selon le processus ou le mécanisme auquel, on insère l'appareil.

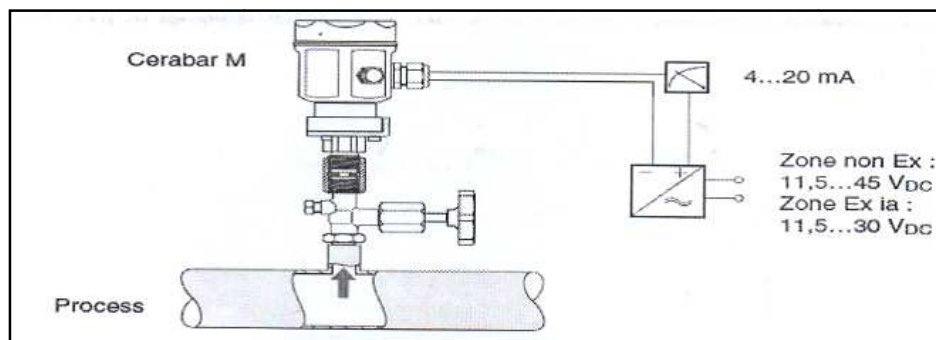


Figure II.19 : Montage du cerabarM

e) Réglage

- ❖ Réglage au début d'échelle:
 - A l'aide d'un multimètre en agissant sur le potentiomètre, régler à la valeur 4mA correspondant à 0 bars.
- ❖ Réglage de fin d'échelle:
 - A l'aide d'un multimètre, régler 20mA comme suit:
 - ✓ Délimiter grossièrement la fin d'échelle à l'aide du commutateur.
 - ✓ Régler avec précision la fin d'échelle souhaitée à l'aide du potentiomètre pour réglage fin « spam ».

II.3.5.5 Les fins de courses (ouverture/fermeture)

Dans la chambre d'AZEFFOUN, les vannes de gardes A et B sont équipées de deux fins de courses chacune. Ils permettent la détection de l'ouverture et la fermeture de la vanne.

II.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé une partie théorique révélant les définitions des instruments et éléments qui constituent la partie commande et la partie opérative, utilisés à cet effet. Ainsi, leur principe de fonctionnement, ce qui nous permettra de développer une solution de commande programmable sécurisée.

CHAPITRE III

Modélisation par l'outil GRAFCET

III.1 Introduction

Une conception d'un système automatisé industriel comporte un cahier des charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce système. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions impératives reliant la partie commande à la partie opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée qui fait appel à un outil de description des systèmes automatisés séquentiels dans l'ordre chronologique des étapes tels que: le GRAFCET.

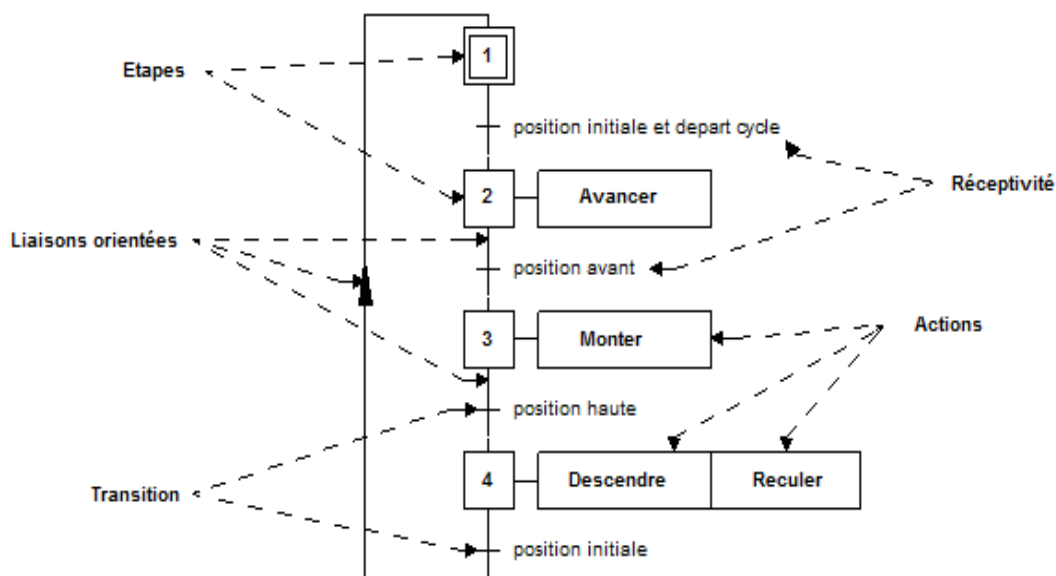
Afin de modéliser notre système, nous avons choisi d'utiliser le GRAFCET qui est considéré comme un outil simple, permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes physique et logique de fonctionnement.

III.2 Définition du GRAFCET[10]

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande par Etapes et Transitions) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est parfois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implantation par des algorithmes d'application de ces règles.

Exemple d'un grafcet



III.3 Concepts de base d'un GRAFCET[9],[10],[11]

Le modèle est défini par un ensemble constitué :

- d'éléments graphiques : Etapes, Transitions, Liaisons orientées.
- d'une interprétation: réceptivités associées aux transitions et actions associées aux étapes.

La figure III.1 montre les éléments de base d'un grafcet.

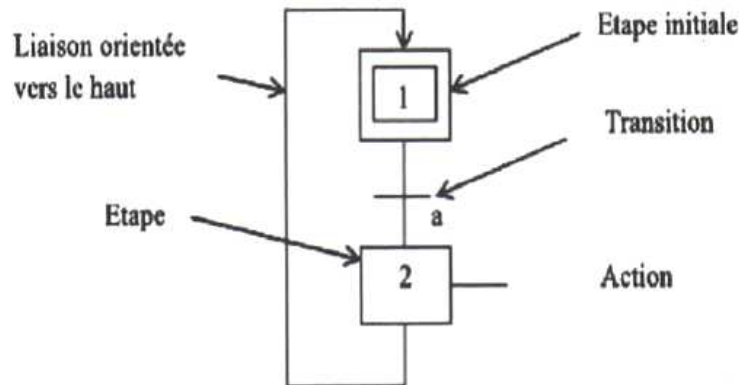


Figure III.1: Symbolisation d'un grafcet.

a) Etape

Une étape est une situation dans laquelle les variables d'entrée et de sortie de la partie commande restent inchangées. Autrement dit, l'étape représente un état du système dans lequel les informations d'entrée (consignes et compte-rendu) et les informations de sortie (ordres et visualisations) de la partie commande restent identiques à elles-mêmes. L'étape est représentée par un carré repéré numériquement. Les actions associées sont marquées en clair dans un rectangle à droite du carré représentant l'étape. La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite étape initiale et représentée par un carré double.

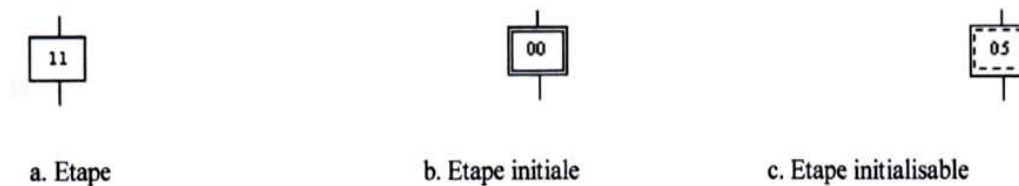


Figure III.2: Représentation d'une étape

• Etape initiale

Une étape initiale se représente par un carré double; les étapes initiales caractérisent la situation initiale du graphe si le fonctionnement est cyclique, c.à.d. si la situation est toujours la même. Cette situation correspond alors généralement à un comportement de repos.

• Etape source/Etape puits

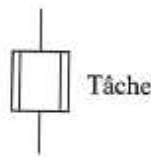
L'étape source est une étape qui n'est reliée à aucune transition amont; de ce fait, elle ne peut être activée que par un élément extérieur au graphe dont elle fait partie. Une étape source peut être initiale.

Une étape puits n'est reliée à aucune transition aval; de ce fait, elle ne peut être désactivée que par un élément extérieur au graphe dont elle fait partie.



• Tâche

Le principe de fonctionnement est basé sur celui des macro-étapes, une tâche peut être appelée plusieurs fois par un GRAFCET. Contrairement à la macro-étape, la tâche doit avoir un fonctionnement cyclique avec une ou plusieurs étapes initiales ou une ou plusieurs transitions sources.



Liaisons orientées

La liaison orientée relie les étapes aux transitions et les transitions aux étapes, elle indique le sens d'évolution de la situation du GRAFCET. Le sens d'évolution étant déterminé par convention du haut vers le bas. Dans le cas contraire, il est nécessaire d'indiquer le sens de l'évolution par une flèche.

Les lignes obliques peuvent exceptionnellement être utilisées.

Transition

Une transition est représentée par un petit trait horizontal coupant une liaison verticale; placée entre une ou plusieurs étapes d'entrée, situées en amont, et entre une ou plusieurs étapes de sortie situées en aval, la réceptivité de cette transition est placée à droite, une transition peut être exceptionnellement représentée par un petit trait vertical sur une liaison horizontale.

Une transition indique une seule possibilité d'évolution entre deux ou plusieurs étapes, cette évolution s'accomplit par le franchissement de la transition si la réceptivité est validée.

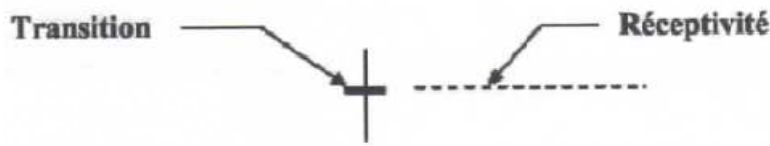


Figure III.3: Transition et Réceptivité

Réceptivité

Les réceptivités sont associées à chaque transition (l'absence de réceptivité est en fait la réceptivité toujours vraie), c'est une condition qui détermine la possibilité ou non d'évolution du système par cette transition.

Action

On précise pour chaque étape les actions à effectuer caractéristiques de la situation du système. Ces actions traduisent ce qui doit être fait chaque fois que l'étape à laquelle elles sont associées est active.

III.4 Règles d'évolution d'un GRAFCET

On étudie les conditions dans lesquelles il évolue, conditions de passage d'une étape active vers une autre étape active.

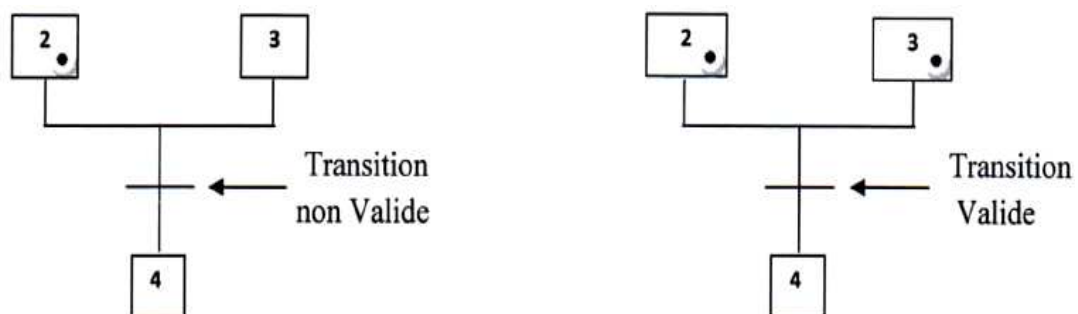
Règle 1: Situation initiale du GRAFCET

La situation initiale doit être précisée par une ou plusieurs étapes actives au début du fonctionnement, à la mise en énergie de la partie commande, ces étapes sont les étapes initiales.

Règles 2: Franchissement d'une transition

Une transition est franchissable si les deux conditions suivantes sont remplies:

- Toutes les étapes qui précèdent immédiatement la transition sont actives ;
- La réceptivité associée à la transition est vraie.



Règles 3: Evolution des étapes actives

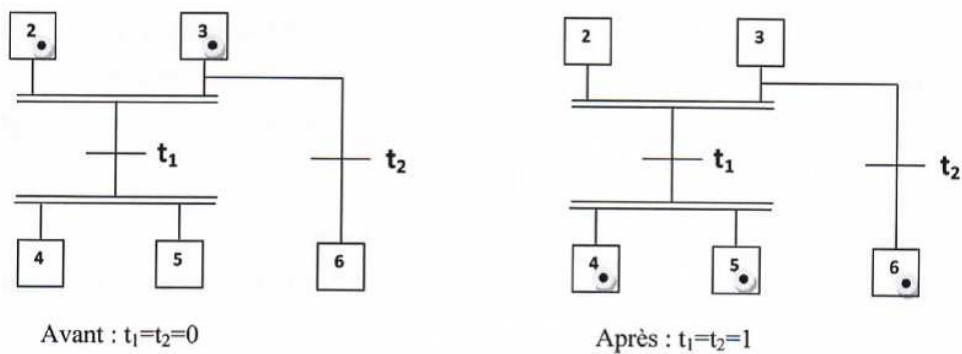
Le franchissement d'une transition provoque simultanément:

- L'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes.
- La désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.



Règle 4: Evolutions simultanées

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.



Règle 5: Activation et désactivation simultanée d'une même étape

Si au cours du fonctionnement d'un automate, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active.

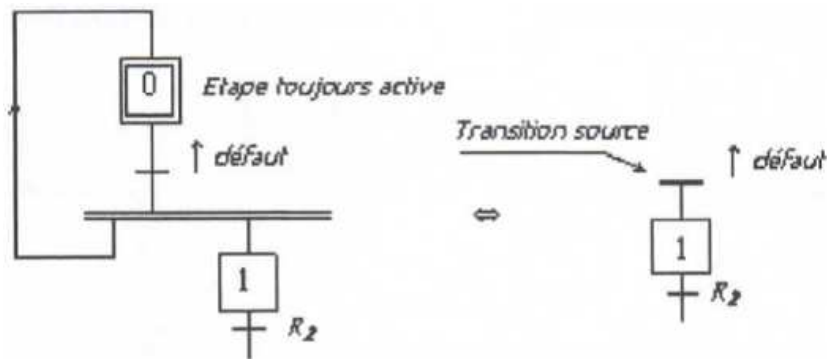


Figure III.4: Illustration de la règle 5

III.5 Règles de construction d'un GRAFCET

Le GRAFCET présente deux structures particulières: la sélection de séquences et les séquences simultanées.

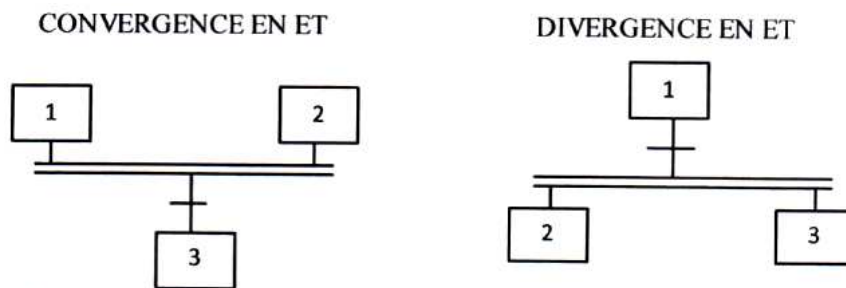
III.5.1 Séquence simultanée

- **Convergence en ET**

Si plusieurs étapes doivent être reliées vers une même transition, alors on regroupe les arcs issus de ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale.

- **Divergence en ET**

Si plusieurs étapes doivent être issues d'une même transition, alors on regroupe les arcs allant vers ces étapes à l'aide d'une double barre horizontale.



III.5.2 Sélection de séquences

- **Convergence en OU**

Si plusieurs transitions sont reliées à une même étape, dans le sens «vers l'étape», on regroupe les arcs par un trait horizontal.

- **Divergence en OU**

Si plusieurs transitions doivent être reliées à une même étape dans le sens «de l'étape», on regroupe les arcs par un trait horizontal.

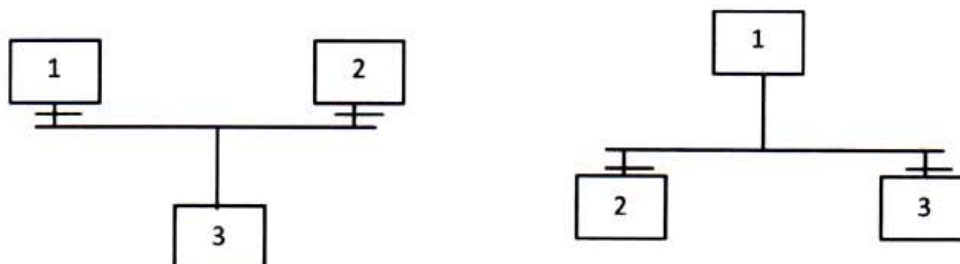


Figure III.5: Représentation graphique d'une sélection de séquences <OU>.

III.6 Saut d'étape

C'est un aiguillage en OU, il permet de sauter une ou plusieurs étapes, lorsque les actions associées à ces étapes ne sont pas demandées par le système.

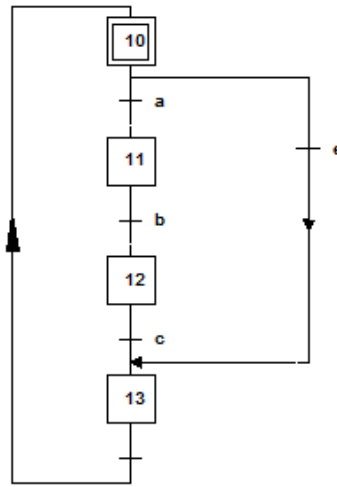


Figure III.6: Saut d'étapes.

III.7 Reprise de séquence

C'est un aiguillage en OU, il permet de recommencer plusieurs fois la même séquence d'étapes tant que la condition n'est pas obtenue.

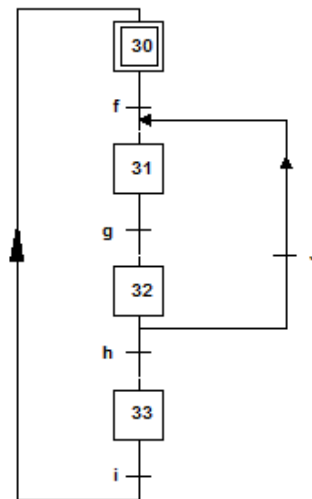


Figure III.7: Reprise de séquence

III.8 Niveaux de représentation d'un grafcet:

Le GRAFCET est représenté selon deux niveaux de représentation.

III.8.1 Niveau 1: Spécifications fonctionnelles

Il décrit le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative: c'est le rôle des spécifications fonctionnelles permettant au concepteur de comprendre ce que l'automatisme doit faire, face aux différentes situations pouvant se présenter (les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations).

III.8.2 Niveau 2: Spécifications technologiques

Ce GRAFCET ajoute aux exigences fonctionnelles, les précisions indispensables aux conditions de fonctionnement, grâce aux spécifications technologiques et opérationnelles compte tenu de la technologie de la partie commande et de la partie opérative ainsi que la prise en compte de la technologie des actionneurs et des capteurs de l'automatisme.

Il est utilisé pour la réalisation et l'exploitation des systèmes automatisés.

La présentation des actions et des réceptivités est écrite en abréviation.

III.9 Mise en équation d'un GRAFCET

La conception des équipements industriels automatisés inclut la mise en équation des GRAFCET associés. La mise en équation représente l'interface équationnelle entre le GRAFCET, diagramme fonctionnel descriptif du comportement dynamique d'un automatisme séquentielle, et l'ensemble des conceptions technologique réalisées. Soit à partir d'éléments modulaires intégrant plus ou moins certaines des relations logiques (équation) dans une logique câblée. Soit à partir de la traduction de ces équations en instruction dans une logique programmée.

Une étape X d'ordre (n) présente deux états possibles:

- ✓ L'état actif
- ✓ L'état inactif

Qui peuvent s'écrire respectivement X_n et \bar{X}_n .

Les conditions d'activation d'une étape de rang sont: Les étapes de rang (n-1) doivent être actives $X_{n-1} = 1$.

- Chaque étape du GRAFCET peut être représentée par l'équation suivante:

$$X_n = (CAX_n + \overline{CDX_n} \cdot X_n) \cdot \overline{init} \cdot \overline{A_{dur}}$$

- Etape initiale :

$$X_n = (CAX_n + \overline{CDX_n} \cdot X_n + init) \cdot \overline{A_{dur}}$$

- Action :

$$Action_n = X_n$$

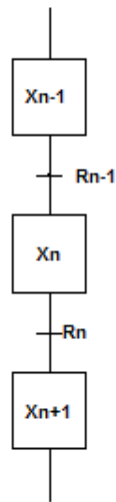


Figure III.8: Cas général de la mise en équation d'un grafcet.

III.10 Les réseaux de communication [7]

Les réseaux locaux industriels vont permettre de satisfaire une partie de nos besoins. La diversité des besoins est telle que l'on distingue dans ces réseaux différentes catégories:

- Les réseaux de terrain (PROFIBUS-DP, INDUSTRIEL THERNET).
- Les réseaux de salle de commande (MPI).

La figure suivante représente un système automatisé à plusieurs réseaux locaux hiérarchisés.

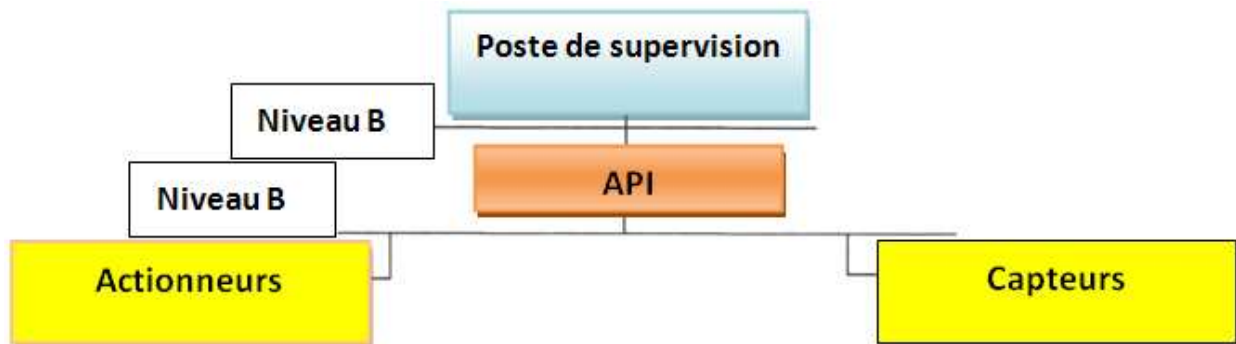


Figure III.9: Réseau de communication

Au **niveau A**, on va avoir une faible quantité d'information: quasi-exclusivement du TOR ou de la mesure; le temps de transfert est par contre très critique.

Au **niveau B**, le volume et la diversité des informations échangées s'accroissent. On doit pouvoir relier l'API au PC. Le réseau PROFIBUS utilise ici une liaison maître /esclave entre l'automate et des capteurs ou actionneurs. Le débit maximal possible pour ce réseau est de l'ordre de 1 Mbit/s.

III.11 Utilisation de PROFIBUS DP

• Le Profibus DP

Le **PROFIBUS** (Process Field Bus) est le nom d'un type de terrain inventé par Siemens et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde de l'industrie.

Le **Profibus** est un réseau qui permet la communication de périphérique décentralisée, appareils de contrôle et de nombreux autres appareils de terrain avec les systèmes d'automatisation, la communication sert à l'échange de données entre automates programmable ou entre un automate et les stations décentralisées.

III.11.1 Quelques particularités du PROFIBUS-DP

- Connecte 126 stations maximum.
- Possibilité de réalisation d'un réseau capillaire (très fin).
- Programmation des stations également par le bus de terrain.
- Extension modulaire ; le bus de terrain peut croître avec les exigences.
- Système ouvert ; possibilité de raccorder les appareils de terrain d'autres fabricants.
- Communication directe entre esclaves DP.

III.11.2 Avantage du réseau PROFIBUS DP

- Disponibilité élevée.
- Sécurité de transport de données.
- Coupure ou mise en marche d'un appareil de terrain en cour de service sans répercussion sur les autres.

III.12 Modélisation de la chambre de prise AZEFFOUN par le GRAFCET

Le programme de l'automate ne peut être écrit avant que l'on ait analysé en détail toutes les fonctions qu'il doit remplir et l'ordre dans lequel il doit les remplir.

L'étude profonde de notre système que nous avons effectuée dans les chapitres précédents nous a permis de développer le modèle Grafcet du mode de marche sécurisé de la chambre de prise AZEFFOUN;

Les figures de notre GRAFCET sont données en annexe.

III.13 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit l'outil de GRAFCET qui nous a permis de modéliser le fonctionnement détaillé de la chambre de prise AZEFFOUN.

Le GRAFCET est un outil de modélisation très puissant qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnelles à un langage d'implantation, cette étude nous a permis d'identifier les variables de l'automate (entrée/sortie), l'implantation de ces derniers est faite avec le langage de programmation S7.

CHAPITRE IV

Elaboration de la solution de commande

IV.1 Introduction

Les automates programmables industriels (API), sont apparus vers 1969 aux Etats Unis pour répondre aux besoins de l'industrie automobile. Ils ont été conçus pour l'automatisation des chaînes de fabrication et réaliser des fonctions logiques combinatoires et séquentielles en remplacement des armoires à relais trop coûteuses et volumineuses. Leur succès provient en grande partie du fait qu'ils sont accessibles à des personnels non informaticiens.

Les API sont utilisés dans de nombreux domaines et réalisent des fonctions très variées. Comme dans la chaînes de fabrication (usinages, montages, etc.), pour les opérations de maintenance (stockage, tri, chargement, etc.), dans les systèmes de contrôle (installation de climatisation, frigorifique de chauffage, détection des incendies, etc.), ou encore dans l'industrie chimique (dosages, mélanges, etc.).

Il existe aujourd'hui quelques fabricants d'automates programmables (SIEMENS, ALAN BRADLEY, TOSHIBA, SCHNIDER AUTOMATION, etc.) et différentes catégories d'automates plus ou moins évolués. Pour la réalisation de notre travail on utilise l'automate SIMATIC S7-300 de SIEMENS.

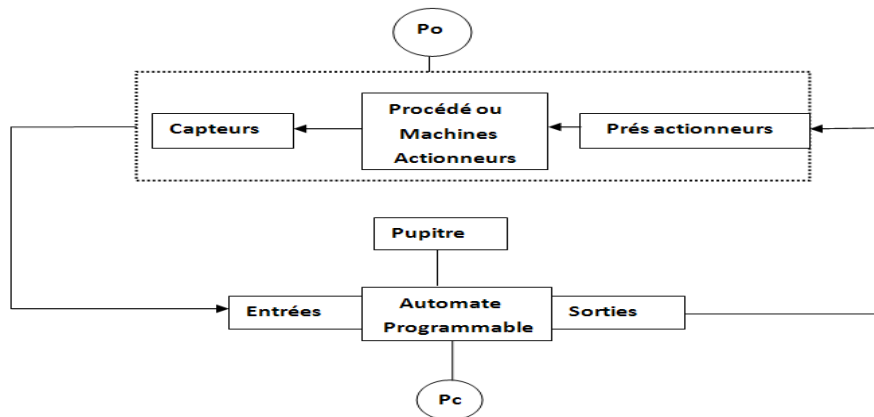
IV.2 Définition d'un Automate programmable [5]

L'Automate programmable est un appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automaticien à l'aide d'un langage adapté ; pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme comme par exemple:

- Logique séquentielle et combinatoire ;
- Temporisation, comptage, décomptage, comparaison ;
- Calcul arithmétique ;
- Réglage, asservissement, régulation, etc.

Pour commander, mesurer et contrôler au moyen de modules d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) différentes sortes de machines ou de processeurs, en environnement industriel.

Il génère des ordres vers les pré-actionneurs de la partie opérative à partir des données d'entrées (capteurs) et d'un programme. Il est généralement relié à un pupitre ou une console.



FigureIV.1:Structure d'un système automatisé

IV.3Présentation de l'automate programmable S7-300 [5]

L'automate programmable industriel (API) est un appareil électronique programmable destiné, à l'aide d'un langage adapté, pour piloter en temps réel des procédés ou des systèmes industriels.

En fonction du programme chargé en mémoire, l'automate reçoit des informations logiques, analogiques ou numériques à partir des dispositifs d'entrées et ordonne des données pour la commande des dispositifs de sortie. Le programme de fonctionnement est effectué à partir d'instructions établies en fonction du processus à réaliser.

Le S7-300 est un automate modulaire de moyenne gamme SIMATIC S7 fabriqué par la firme SIEMENS.

La riche gamme de modules de l'automate S7-300 permet la réalisation d'extensions centralisées et de structures décentralisées.

La gamme de modules comprend:

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

IV.3.1Critères du choix d'unAutomate Programmable Industriel

Après avoir établi le cahier des charges (la détermination des différentes entrées, sorties ainsi que la définition des conditions requises pour l'automatisation), notre choix c'est porté sur l'automate de la gamme S7-300.

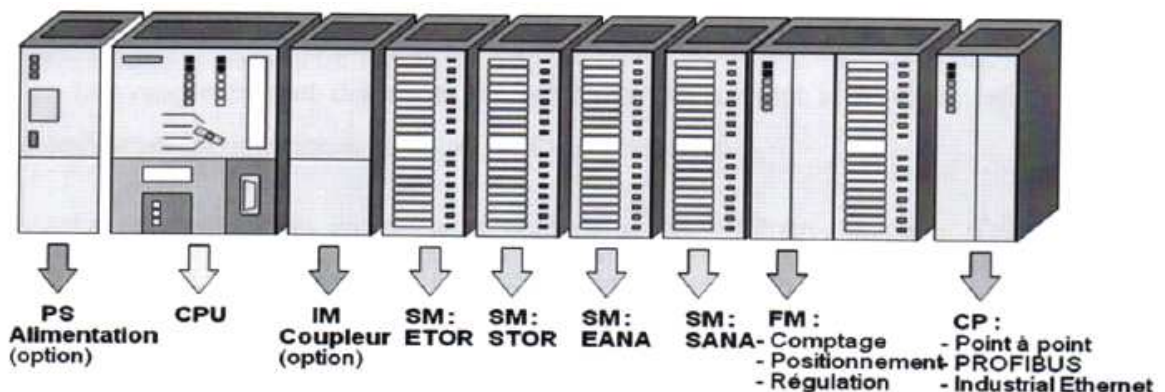
Notre installation dispose des actionneurs, des capteurs électriques de type binaire T.O.R et de type analogique, l'automate S7-300 offre une grande variété d'E/S qui présentent la particularité d'être parfaitement adaptés au milieu industriel où fonctionne généralement l'automate afin d'assurer la fiabilité des échanges d'informations.

Le critère économique, est un facteur déterminant dans le choix d'une solution. En effet, le choix de cette dernière dépend non seulement des exigences techniques, mais aussi des différents coûts d'étude, de mise au point et de maintenance.

La disponibilité du matériel (API) au niveau d'un des laboratoires de notre département et au niveau de l'usine, l'existence de la documentation et le savoir-faire du personnel de la station de traitement TAKSEBT sur le matériel, ont parfaitement contribué au choix d'un APISIEMENS S7-300, afin de faciliter l'adaptation aux équipements déjà installés et à ceux qui se trouvent au magasin.

IV.3.2 Structure matérielle d'un automate S7-300

La figure suivante représente la structure d'un API S7.300 avec modules intégrés.



FigureIV.2:Modules de l'automate S7-300

IV.3.2.1 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 24vcc. Une LED indique le bon fonctionnement du module d'alimentation et en cas de surcharge de la tension, un témoin se met à clignoter.

IV.3.2.2 Unité centrale (CPU)

Le CPU (Centrale Processing Unit) est le cerveau de l'automate, il lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme utilisateur et commande les sorties, il permet le réglage du comportement au démarrage et le diagnostic des défauts par les LED. L'utilisateur a le choix parmi plusieurs CPU aux performances étagées.

Le CPU est intégré dans un boîtier compact et comporte les éléments suivants:

- Commutateur de mode de fonctionnement:
 - MRFS (effacement général)
 - STOP (arrêt)
 - RUN/RUN.P (marche)
- Les LED par la signalisation d'état et de défaut.
- Deux ports par interface MPI/Profibus.
- Une carte mémoire et une pile.

IV.3.2.3 Coupleurs (IM)

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les entrées/sorties (périphériques ou autres) et l'unité centrale.

La communication entre l'unité centrale et les différents modules d'entrées/sorties s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée).

Entre l'unité centrale et les périphériques de l'automate (exemple: console, lecteur de cassettes, etc.), la liaison entre les châssis est réalisée à l'aide de coupleurs, qui permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées.

IV.3.2.4 Modules de signaux (SM)

Ces modules établissent la liaison entre le CPU de l'automate S7-300 et le processus commandé.

Il existe plusieurs modules de signaux.

- **Modules d'entrées/sorties TOR**

Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers en utilisant si nécessaire des équipements d'adaptations (conditionnement, conversion, etc.).

- **Modules d'entrées/sorties analogiques**

Les modules d'entrées analogiques convertissent les signaux analogiques du processus en signaux numériques traitables par l'API S7-300. Les modules de sorties analogiques convertissent les signaux numériques en signaux analogiques destinés au processus.

IV.3.2.5 Modules de fonction (FM)

Afin de réduire la charge sur les CPU la mise en œuvre des modules de fonctions permet d'assurer des tâches lourdes en calcul, les plus utilisés sont:

a) Comptage/Mesure

Comptage d'impulsions mono coup périodique ou sans fin; comptage mesure delongueurs, de déplacements, de fréquences ou de périodes.

b) Positionnement

Positionnement en boucle ouverte et asservissement de position, interpolation de plusieurs axes, synchronisation par réducteur électronique ou selon profil de came, moteurs asynchrones, pas à pas, servomoteurs.

c) Régulation

Régulation de débit, de température, de pression, régulations pas à pas, sortie cyclique et à action continue, régulation de maintien, de poursuite, en cascade, de rapport et de mélange.

IV.3.2.6 Modules de communication (CP)

Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine et machine-homme, ces liaisons sont effectuées à l'aide des interfaces de communication et aussi d'établir les différentes tâches de communication entre plusieurs automates à l'aide des systèmes de bus de terrain industriels.

IV.3.2.7 Profil support (UR: Universel Rack)

Il constitue le châssis de l'automate (racks) qui est une structure métallique (aluminium), servant de support pour une éventuelle extension en modules.

Les châssis du S7-300 doivent assurer les fonctionnalités suivantes :

- La fixation mécanique des modules.
- La distribution des tensions d'alimentation des modules.
- L'interconnexion des différents modules via les bus de signaux.

Le châssis reçoit les différents modules tels que :

- Point à point ;
- Profibus ;
- Industriel Ethernet.
- L'alimentation ;
- L'unité centrale ;
- Cartes d'entrées/sorties

IV.3.2.8 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.

IV.3.3 Console de programmation (PG ou PC SIMATIC)

La console de programmation est l'outil privilégié de la communication homme-machine pour le développement, la mise au point, et éventuellement l'exploitation des applications.

La console de programmation a trois rôles principaux. Elle est :

Un outil de programmation et de mise à jour des applications;

Un intermédiaire de dialogue avec l'API;

Un moyen d'intervention sur l'API et sur le procédé.

IV.3.4 Caractéristiques de l'automate S7-300 :

L'automate S7-300 est spécifié par les caractéristiques suivantes:

- Gamme diversifiée de la CPU.
- Gamme complète du module.
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré en module.
- Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Liberté de montage au différent emplacement.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériel.

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

IV.3.5 Programmation de l'automate S7-300

L'évolution rapide de la technique d'automatisation a donné naissance à une multitude de langages de programmation, STEP7 est l'outil de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation SIMATIC.

STEP7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation:

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

Le programme peut être représenté et programmé en trois modes différents :

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

IV.4 Langage de programmation « STEP7 » [6]

Chaque automate se programme via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé d'un logiciel constructeur spécifique. Le STEP 7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il offre un ensemble de fonctions et opérations logicielles nécessaires à configurer et paramétrer le matériel, ainsi qu'à programmer et tester le programme utilisateur.

IV.4.1 Principe de conception d'une structure de programme

IV.4.1.1 Programme dans un CPU

Au cours de l'exécution du programme dans le CPU, deux programmes différents s'exécutent : le système d'exploitation et le programme utilisateur.

a. Système d'exploitation

Le système d'exploitation contenu dans le CPU organise toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique, ces tâches sont les suivantes :

- Le déroulement du démarrage et du redémarrage;
 - L'actualisation de la mémoire image des entrées et l'émission de la mémoire image des sorties;
 - L'appel du programme utilisateur;
 - L'enregistrement des alarmes et l'appel des OB d'alarmes.
-
- La détection et le traitement d'erreurs;
 - La gestion des zones de mémoire;
 - La communication avec des consoles de programmation et d'autres partenaires de communication.

b. Programme utilisateur

Le programme utilisateur doit être créé et chargé dans le CPU. Il contient toutes les fonctions nécessaires au traitement de la tâche d'automatisation spécifique, il doit entre autre :

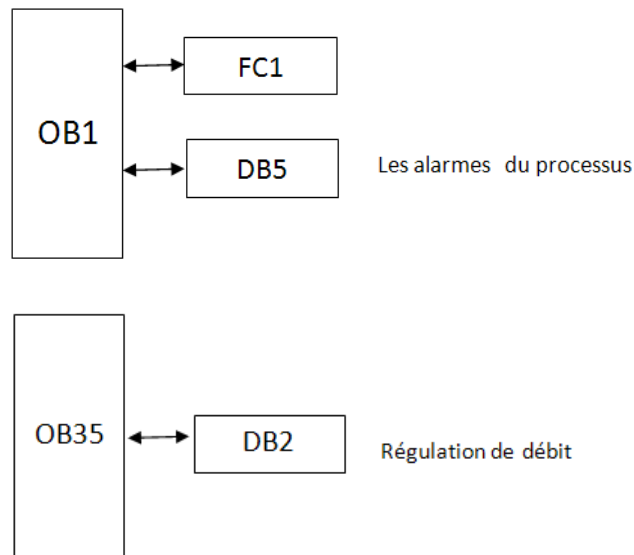
- Déterminer les conditions pour le démarrage et le redémarrage du CPU (par exemple initialisation des signaux);
- Traiter des données du processus (combiner des signaux binaires, lire et exploiter des valeurs analogiques, fixer des signaux binaires pour la sortie, écrire des valeurs analogiques);
- Réagir aux alarmes;
- Traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme.

IV.4.1.2 Blocs dans le programme utilisateur

Le logiciel de programmation STEP7 nous permet de structurer le programme utilisateur en le subdivisant en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants:

- Ecrire des programmes importants mais 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.



IV.5 Blocs d'organisation et structure du programme

IV.5.1 Blocs d'organisation (OB)

Les blocs d'organisation constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation pour gérer le traitement du programme cyclique et le traitement des erreurs.

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

IV.5.2 Blocs fonctionnels (FB)

Un bloc fonctionnel dispose d'une zone de mémoire, qui lui est affectée en propre. Il est possible d'affecter un bloc de données au FB à l'appel du bloc. Il est possible d'accéder aux données du bloc de données d'instance via les appels contenus dans le FB. Nous pouvons affecter plusieurs blocs de données à un FB. Il est possible d'appeler d'autres FB et FC dans un bloc fonctionnel via instructions d'appels de bloc.

IV.5.3 Fonctions (FC)

Une fonction est un bloc de code sans mémoire, les variables temporaires d'une fonction sont 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 des données.

IV.5.4 Blocs de données (DB)

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition d'espaces mémoire pour les variables types de données. Il existe deux types de blocs de données. Les DB globaux dans lesquels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrées ou écrire les données et les DB d'instance qui sont affectés à un FB donné.

IV.5.5 Blocs système

Ils sont des blocs prédéfinis et intégrés dans le système d'exploitation de la CPU, ces blocs peuvent être appelés par le bloc utilisateur et utilisés dans le programme.

Il s'agit des blocs suivants :

Les blocs fonctionnels systèmes (FSB), les fonctions systèmes (SFC) et les blocs de données système (SDB).

La figure IV.3 représente la structure du programme de conduite sécurisée que nous avons développé, qui est constitué d'un bloc OBI, d'un bloc OB35, et de bloc FC1 qui sont définis comme suit :

OBI : Contient le programme principal qui fait contrôler chambre de prise AZEFFOUN.

OB35 : Contient le bloc fonctionnel de régulation continue.

FC1: Contient la fonction qui gère les alarmes.

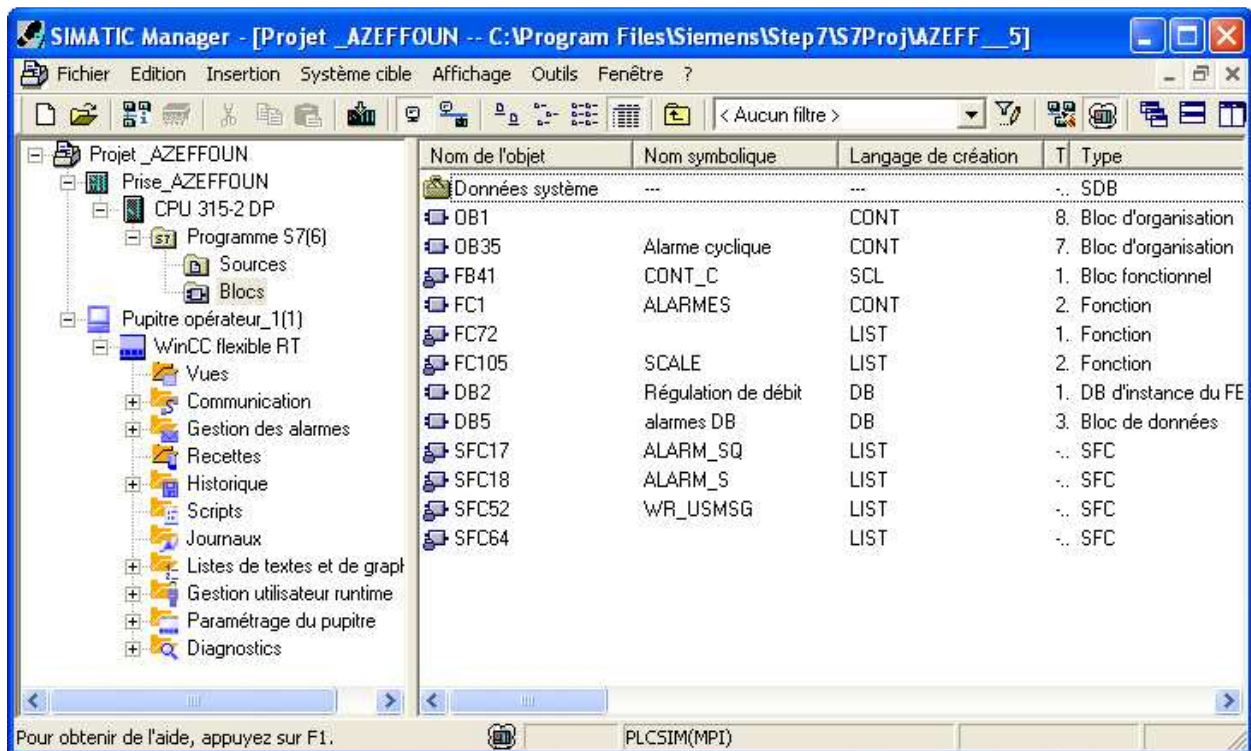


Figure IV.3 : Les différents blocs de notre programme

a- Blocs fonctionnels système (SFB)

Blocs fonctionnels stockés dans le système d'exploitation du CPU et pouvant être appelés par l'utilisateur.

b- Fonctions système (SFC) :

Une fonction système est une fonction préprogrammée et testée, intégrée dans le CPU S7. Ces fonctions font partie du système d'exploitation. On les appelle à partir du programme pour :

- Le contrôle du programme;
- La gestion des alarmes horaires et temporisées;
- La gestion des événements d'erreurs synchrones et asynchrone.

IV.6 Création et simulation du projet sous STEP7

Pour créer un projet sous STEP7, on doit suivre les étapes suivantes :

- 1- On lance SIMATIC Manager par un double clic sur son icône.
- 2- On crée un nouveau projet dans la fenêtre suivante.

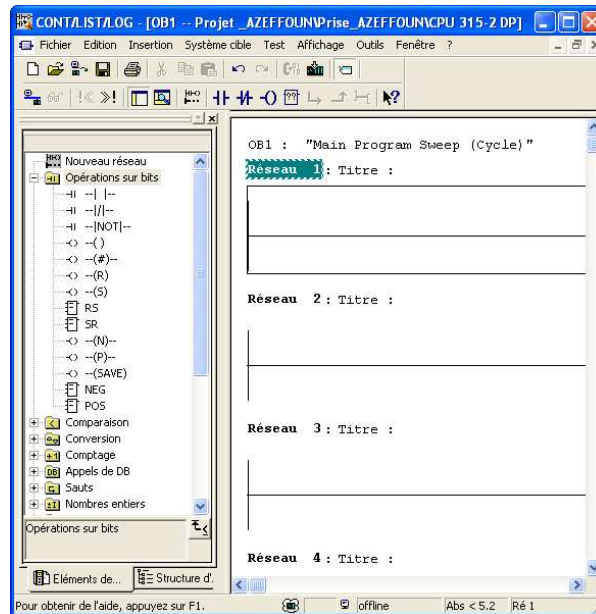


Figure IV.4: Fenêtre de l'éditeur STEP7

Dans la fenêtre de gauche nous retrouvons l'ensemble des éléments de programme ou fonctions disponibles pour cet automate.

Dans la fenêtre de droite nous retrouvons la page de l'éditeur du programme.

On y trouve :

- ✓ Un champ pour insérer le titre du bloc.
- ✓ Une zone de commentaire pour décrire la fonction du bloc.
- ✓ Un ensemble de réseaux (ou barreaux) ayant :
- ✓ Un champ pour insérer le titre du réseau
- ✓ Une zone de commentaire pour le réseau
- ✓ La zone de programme du réseau.

Il nous reste maintenant qu'à éditer le programme à l'aide de la modélisation par le GRAFCET présentée dans le chapitre précédent.

Une fois FC1 est créé et programmée, FB41 créé est programmé, nous allons l'insérer dans le bloc d'organisation OBI et OB35 pour la phase de simulation.

IV.6.1 Configuration matérielle

La configuration matérielle consiste en la disposition des châssis (racks), des 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 raids.

Nous avons choisi une alimentation PS 307 2 A, une CPU 315-2DP, un module d'entrées logiques, un modules d'entrées analogiques et un module de sorties logiques, un modules de sorties analogiques pour établir notre configuration matérielle.Ce choix est justifié par le nombre d'entrées / sorties que va posséder notre installation ainsi que leurs nature :

- Les entrées / sorties logiques : Elles sont réservées pour les boutons poussoirs, les capteurs, les vannes,etc.
- Les entrées analogiques:pour l'acquisition des valeurs de pression et de débit.
- La sortie analogique : Elle est réservée pour la commande de la vanne de régulation.

La figure suivante illustre notre configuration matérielle:

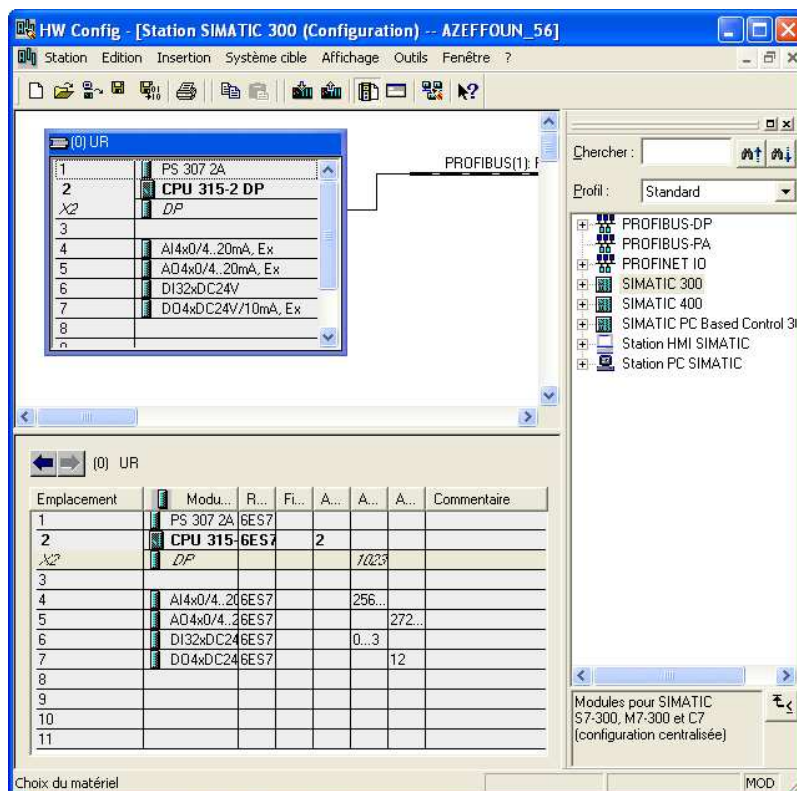


Figure IV.5 : Configuration matérielle

IV.6.2Création du programme

Une fois les blocs FC1 et FB 41 sont créés, on clic pour éditer notre programme.

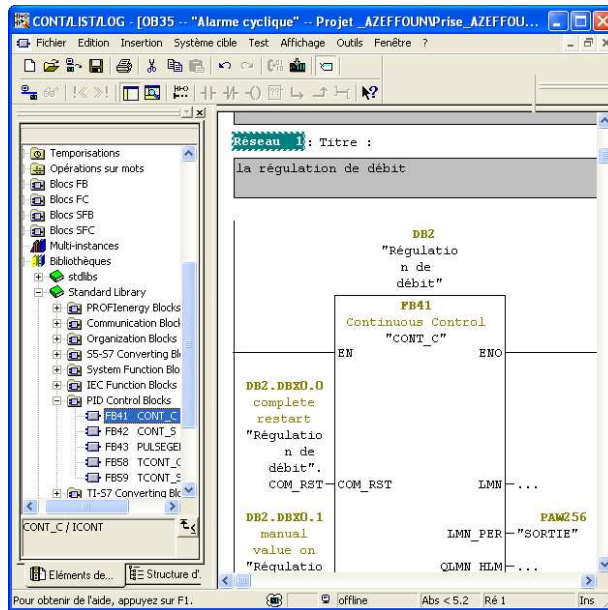
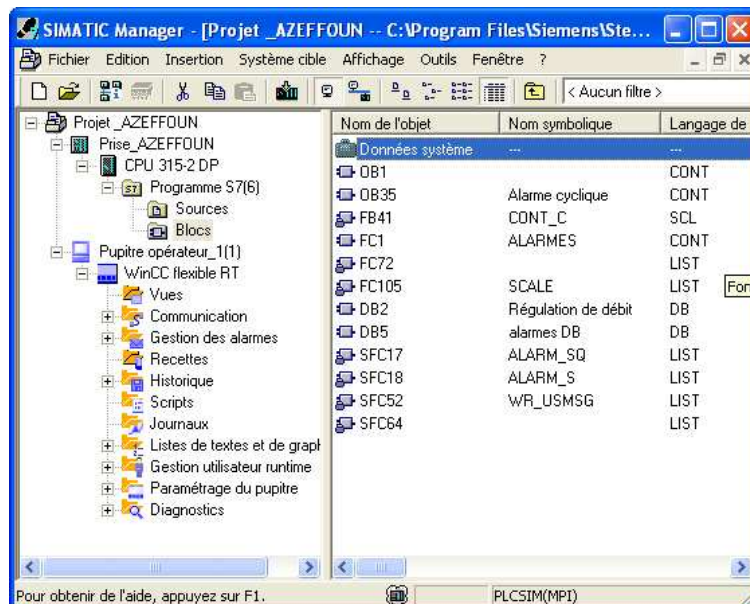
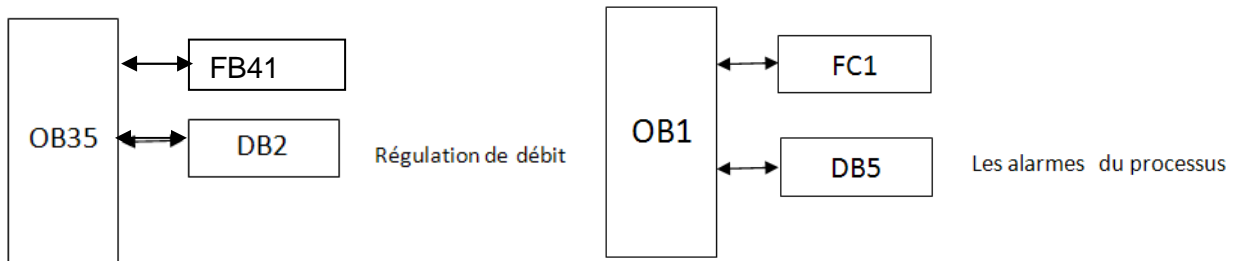


Figure IV.6:Edition du programme

- Structure du programme élaboré

Le programme est subdivisé en une fonction FC1 et deux blocs d’organisationsOB1 et OB35.



IV.7 Table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrés dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois son affectation déterminée (par exemple : variable, type de donnée, bloc). La figure IV.5 illustre une partie de la table des mnémoniques de notre programme.

Les figures de notre table des mnémoniques sont données en annexe.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
75		DisjVRégu	E 0.5	BOOL	DISJONCTEUR Q15 DEPART VANNE REGLANTE ANNULAIRE - ENCLENCHE
76		ALARME_DisjVRégu	M 1.7	BOOL	DISJONCTEUR Q15 DEPART VANNE REGLANTE ANNULAIRE - ENCLENCHE
77		ALARM_SQ	SFC 17	SFC 17	Generate Block-Related Messages with Acknowledgment
78		ALARM_S	SFC 18	SFC 18	Generate Permanently Acknowledged Block-Related Messages
79		FIT-AZ-Pulse	E 5.0	BOOL	MESURE DE DÉBIT - COMPTAGE DE DEBIT
80		PIT-amont	PEW 264	INT	MESURE DE PRESSION - AMONT DE LA VANNE
81		PIT-Ligne A	PEW 260	INT	MESURE DE PRESSION - LIGNE A
82		PIT-Ligne B	PEW 262	INT	MESURE DE PRESSION - LIGNE B
83		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
84		HVG-A-Fermee	E 1.6	BOOL	VANNE DE GARDE A- VANNE PAPILLON MANUELLE - FERMEE
85		HVG-A-Ouverte	E 1.4	BOOL	VANNE DE GARDE A- VANNE PAPILLON MANUELLE - OUVERTE
86		HVG-B-Fermee	E 1.7	BOOL	VANNE DE GARDE B- VANNE PAPILLON MANUELLE - FERMEE
87		HVG-B-Ouverte	E 1.5	BOOL	VANNE DE GARDE B- VANNE PAPILLON MANUELLE - OUVERTE
88		ALARME_FCV-Bloquee	M 2.5	BOOL	VANNE DE REGULATION - BLOQUEE
89		FCV-Bloquee	E 3.0	BOOL	VANNE DE REGULATION - BLOQUEE
90		ALARME_FCV-DefGen	M 2.4	BOOL	VANNE DE REGULATION - DEFAUT GENERAL
91		FCV-DefGen	E 3.6	BOOL	VANNE DE REGULATION - DEFAUT GENERAL
92		FCV-Fermee	E 2.5	BOOL	VANNE DE REGULATION - FERMEE
93		FCV-Ouverte	E 2.2	BOOL	VANNE DE REGULATION - OUVERTE
94		FCV-Distance	E 3.3	BOOL	VANNE DE REGULATION - SUR DISTANCE
95		YVSA-CmdFermer	A 0.1	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - CMD FERMER
96		YVSA-CmdOuvrir	A 0.0	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - CMD OUVRIR
97		YVSA-Fermee	E 2.3	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - FERMEE
98		YVSA-Ouverte	E 2.0	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - OUVERTE
99		YVSA--DefGen	E 3.4	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - DEFAUT GENERAL
100		ALARME_YVSA--DefGen	M 2.3	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - DEFAUT GENERAL
101		YVSA-Bloquee	E 2.6	BOOL	VANNE DE SERVICE A - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - BLOQUEE
102		ALARME_YVSA-Bloquee	M 2.2	BOOL	VANNE DE SERVICE A - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - BLOQUEE
103		YVSA-Distance	E 3.1	BOOL	VANNE DE SERVICE A - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - SUR DISTANCE
104		YVSB-CmdFermer	A 0.3	BOOL	VANNE DE SERVICE B- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - CMD FERMER
105		YVSB-CmdOuvrir	A 0.2	BOOL	VANNE DE SERVICE B- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - CMD OUVRIR
106		YVSB-Fermee	E 2.4	BOOL	VANNE DE SERVICE B- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - FERMEE
107		YVSB-Ouverte	E 2.1	BOOL	VANNE DE SERVICE B- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - OUVERTE
108		YVSB-Bloquee	E 2.7	BOOL	VANNE DE SERVICE B - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - BLOQUEE
109		ALARME_YVSB-Bloquee	M 2.1	BOOL	VANNE DE SERVICE B - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - BLOQUEE

Figure IV.7: Une partie de la table de mnémoniques

IV.8 Validation de notre programme

Après l'élaboration du programme de notre système à automatiser, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel S7 PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP 7. L'application de simulation de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable industriel (API) que nous simulons dans un ordinateur.

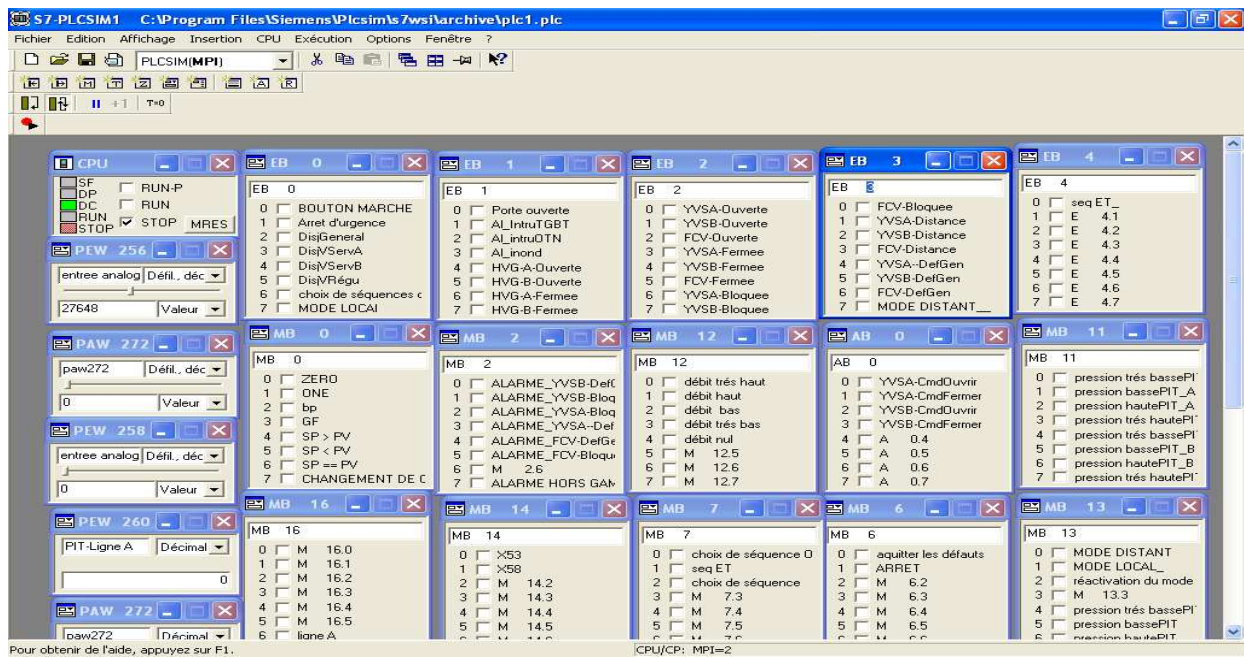


Figure IV.8: Fenêtre de S7-PLCSIM

IV.9 Exemple de simulation du programme développé

a) Bloc Fonction FCI

La fonction FCI que nous allons simuler est le sous programme de gestion des alarmes : alarmes limites Min/Max du débit, alarmes sur l'état des vanne, alarmes des équipements électriques

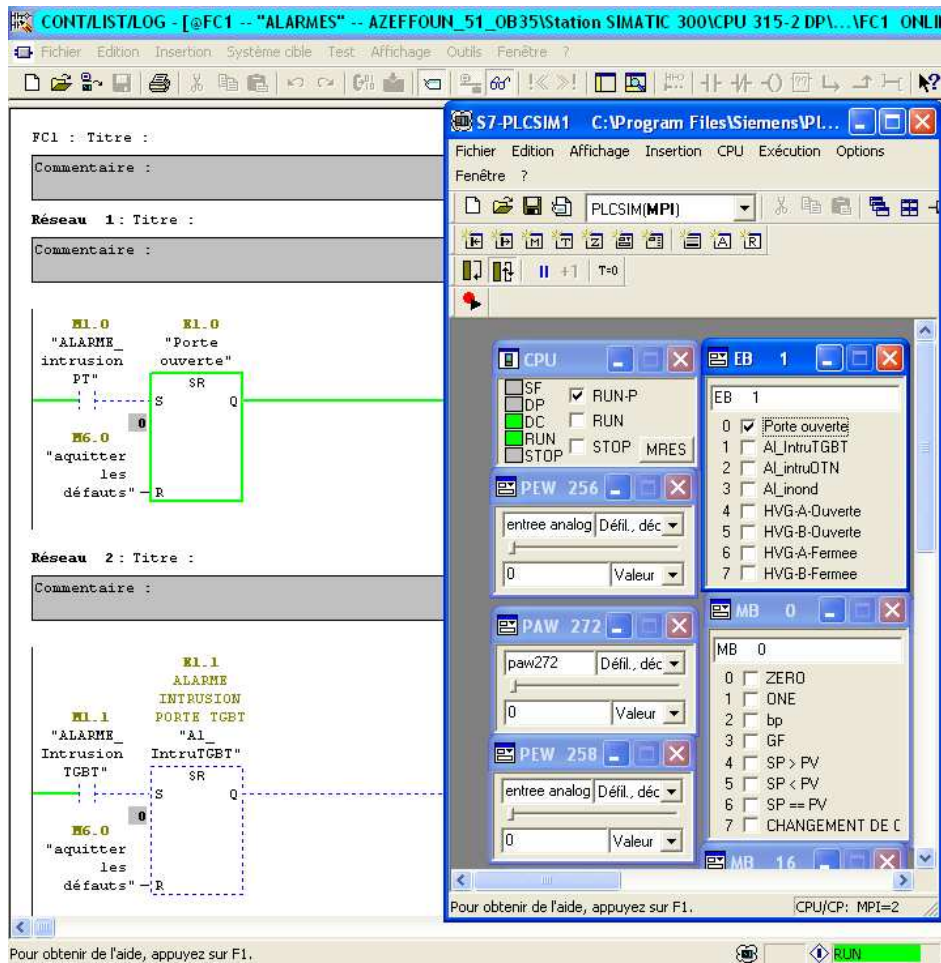


Figure IV.9 : Simulation du FC1 appelé dans OB1

c) Bloc OB1: Calcul de la position désirée à partir de la consigne entrée

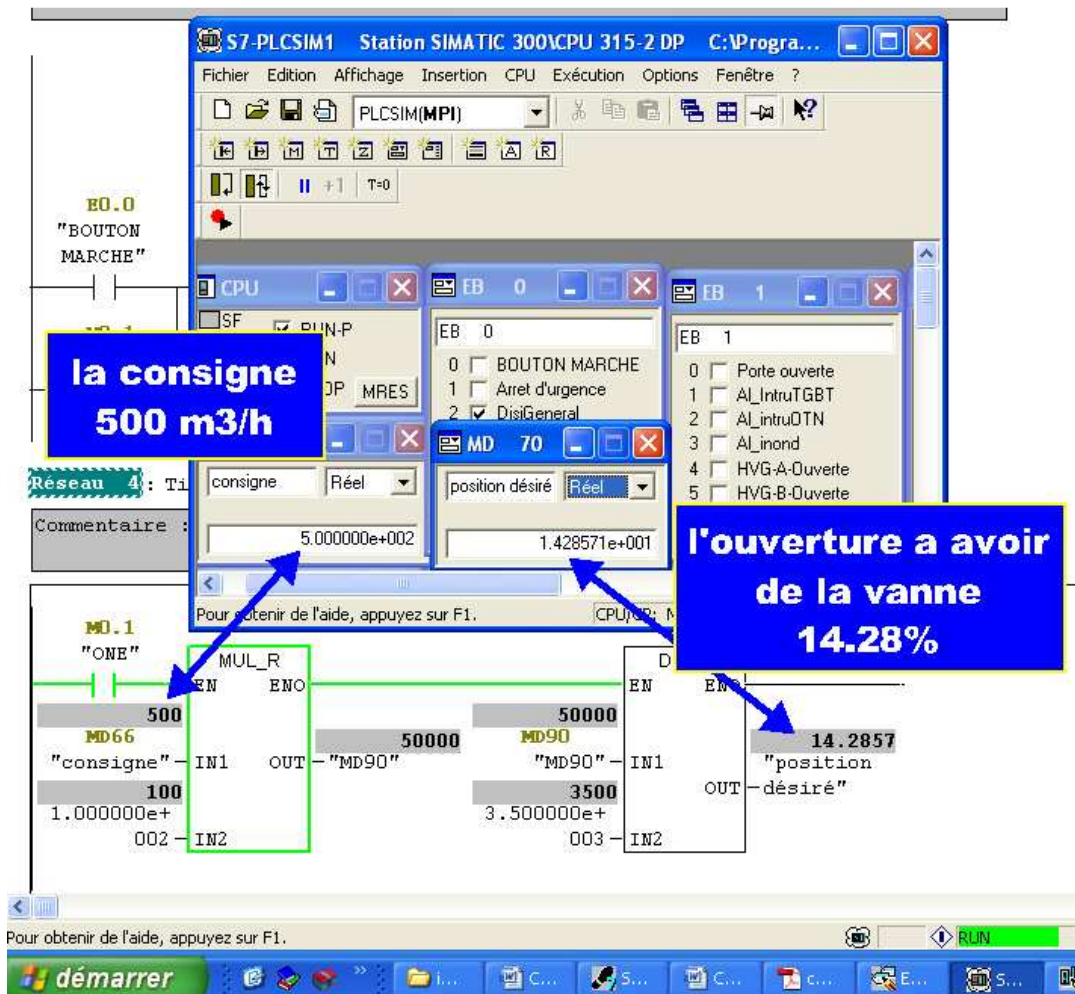


Figure IV.11 : Calcul de positionnement de la vanne

IV.10 Conclusion

La validation des programmes de contrôle que nous avons développés ont été réalisés grâce au logiciel de simulation des modules physiques S7 PLCSIM. Cette procédure nous a permis d'apporter les corrections nécessaires à nos programmes développés.

Dans un souci de développement d'une plate forme de supervision, notre programme de contrôle développé, utilise la technique de programmation structurelle complexe afin d'avoir une meilleure flexibilité entre les deux plates formes.

Dans le chapitre suivant, nous allons développer une plate forme de supervision, permettant une visualisation dynamique des entrées/sorties et qui simplifie la tâche de contrôle pour l'opérateur.

CHAPITRE V

Développement de la plateforme de supervision

V.1 Introduction

La supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. Le but c'est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées à ses objectifs.

Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un système de supervision de la conduite d'eau dans la chambre de prise AZEFFOUN de station de traitement TAKSEBT, afin de surveiller et de détecter en temps réel des problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement.

V.2 Généralités sur la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé.

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques unes :

- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,...) et de tâches telles que la synchronisation.
- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

V.3 Avantages de la supervision

Les systèmes de supervision donnent un outil d'aide à l'opérateur dans la conduite du processus de production, leur but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés.

Les avantages de la supervision sont :

- Surveiller le procès à distance ;
- Détection des défauts ;
- Diagnostic ;
- Traitement des alarmes ;

V.4 Architecture d'un réseau de supervision

En vue de la réalisation d'une communication entre un API et un PC, des mécanismes d'échange ont été développés dans ce sens pour assurer l'échange de données entre le PC de supervision et un automate programmable.

Le PC de supervision n'échange pas directement les données avec les capteurs ou les actionneurs du procédé à superviser, mais à travers l'API qui gère l'ensemble du processus.

Un réseau de supervision est souvent constitué de :

- Un PC utilisé comme poste opérateur, permet l'acquisition des données, l'affichage des synoptiques et la conduite de l'unité.
- Un PC comme poste ingénieur, dédié à l'administration du système et au paramétrage de l'application.
- Un réseau d'acquisition de type MPI, reliant les postes opérateur de l'automate

V.4.1 Partie hardware

La supervision se situe dans la hiérarchie des fonctions de production, au point où l'opérateur humain ne peut plus être remplacé par une machine, il est donc essentiel de présenter à l'opérateur, sous une forme adéquate les informations sur le procédé pour une éventuelle prise de décision.

V.3.1.1 Dialogue homme machine

Le dialogue homme-machine est la fonction par laquelle un opérateur reçoit l'information sur l'état d'une machine et peut lui transmettre des ordres et modifier des consignes.

L'interface qui réalise ce lien entre l'homme et la machine a été limitée aux boutons poussoirs et aux voyants d'indication d'état fonctionnelle de la machine.

Avec le développement des automates programmables, des nouvelles interfaces sont apparues, permettant d'élargir les possibilités de dialogue basées sur des échanges de messages numériques et alphanumériques, et sur la représentation de machines ou d'installations par des images animées, elles apportent non seulement une aide significative pour la conduite d'exploitation, mais aussi une aide au diagnostic et de larges possibilités de suivi, de production et de contrôle de qualité.

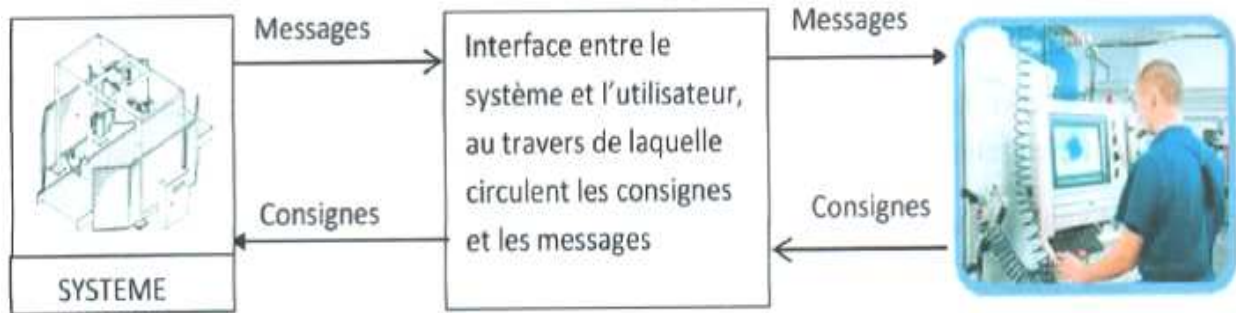


Figure V.1: Dialogue Homme-Machine

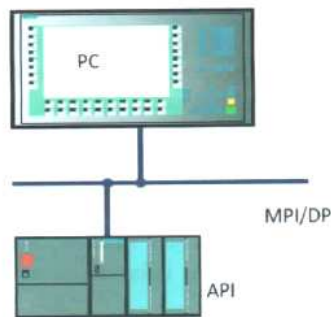


Figure V.2: Schéma général du réseau de supervision 1

V.3.1.2 Système d'automatisation avec plusieurs pupitres opérateur

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

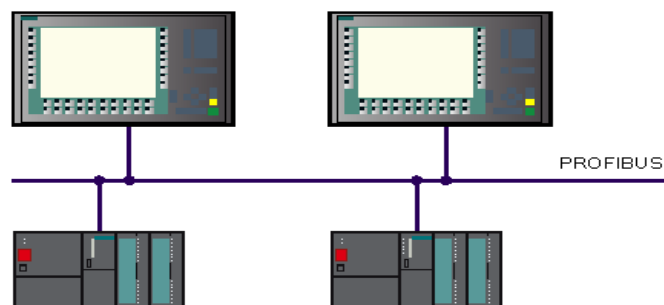


Figure V.3: Schéma général du réseau de supervision 2

V.3.1.3 Système IHM avec fonctions centrales

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

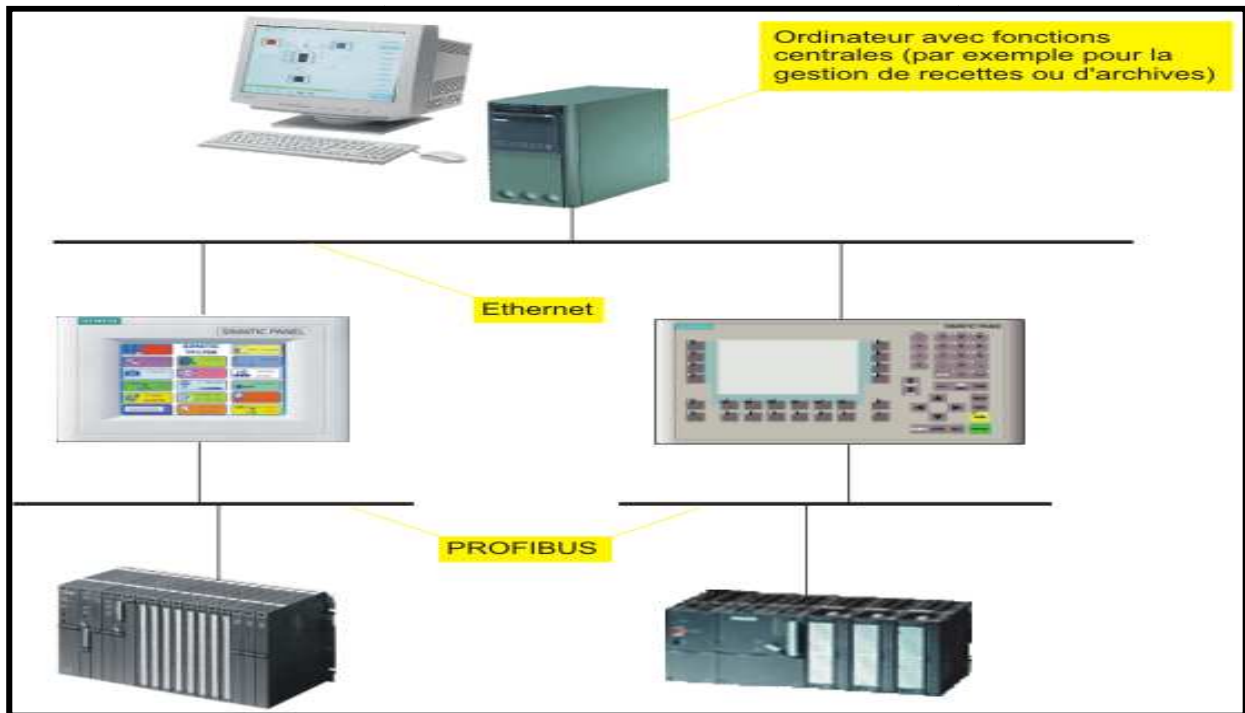


Figure V.4 : Système IHM avec fonctions centrales

V.3.2 Partie software

Cette partie est réservée à l'étude de logiciel de supervision Win CC flexible 2008 utilisé pour réaliser la plateforme de supervision.

V.3.2.1 Modules fonctionnels d'un système de supervision

La plupart des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel) auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates, pupitres, ...).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autres applications. Il propose des modules fonctionnels tels que les éditeurs graphiques, historiques des données, rapports de suivi de production, acquisition des informations venant du procédé par l'intermédiaire d'une unité de commande, archivage et restitution des données pour une analyse ultérieure (maintenance, statistique, etc.), gestion des alarmes et des événements.

V.3.2.2 Traitement des données

Divers traitements standards sont disponibles sur les systèmes de supervision. Les traitements les plus courants sont:

- **Représentation graphique des données**

Elle est sous forme de courbes de conduite ou d'historiques présentés à l'écran, avec des facilités diverses (loupes, fenêtres).

- **Traitement des alarmes et des défauts**

L'alarme étant généralement élaborée par comparaison d'une variable à un seuil. A chaque apparition d'un défaut l'opérateur doit l'acquitter afin d'assurer une meilleure gestion de l'historique des alarmes.

- **Priorité des alarmes**

Un traitement prioritaire des alarmes doit être conçu afin d'éviter des cas de figure où l'opérateur serait contraint d'en acquitter simultanément un trop grand nombre. Une hiérarchie des alarmes peut parfois se définir à priori par rapport au processus.

- **Zone de communication**

Une zone de communication permet d'accéder à une plage d'adresse définie dans l'automate pour permettre l'échange de données avec les PC de supervision et les pupitres de contrôle-commande.

- **Zone d'affichage**

Les images constituent une représentation graphique du processus. On peut afficher le déroulement du processus en indiquant l'état des équipements (état des moteurs, moteur marche ou arrêt, etc). Une image peut combiner des éléments statiques et dynamiques.

V.3.2.3 Contrôle/Commande supervisé

On dispose sur le poste de supervision de la possibilité de télécommander le processus, en forçant la valeur de certaines variables par l'affectation de la valeur 1.

V.4 Apport de la supervision

V.4.1 Apport pour le personnel

La supervision permet de dégager les exploitants des tâches délicates, surtout dans des milieux hostiles; elle permet de rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et améliore les conditions de travail.

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

En situation d'exception (incendie, danger, situations à risque, etc), les actions à entreprendre sont cernées et bien décrites ; dans ce cas le système de supervision sert d'interface entre le procédé et l'exploitant pour le diagnostic et l'aide à la décision.

V.4.2 Apport pour l'entreprise

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

- Respecter les délais en diminuant le nombre de pannes, car le suivi de l'entreprise dépend du respect des délais impartis.
- Améliorer et maintenir la qualité de production, qui passe par le maintien des équipements en bon état de fonctionnement.
- Réduire les coûts d'exploitation en diminuant les pertes de production liées aux pannes.

V.5 Présentation du logiciel de supervision

Dans le contrôle industriel, la supervision des procédés est constituée d'un pupitre de contrôle/commande évolué qui permet de surveiller et/ou de contrôler l'exécution de tâches du procédé.

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via réseau local industriel (MPI, PROFIBUS, ETHERNET, etc.) avec un ou plusieurs équipements électroniques, automate programmable industriel. Parmi les logiciels de supervision les plus utilisés dans l'industrie:

- Protool ;
- WinCC (Windows Control Center) ;
- Vijeo look;

Le transfert TAKSEBT-ALGER est contrôlé par un système SCADA qui utilise le logiciel WinCC Exploreur sur des PC au lieu des HMI (Interface Homme Machine) pour la visualisation complète du réseau de transfert. Mais Pour l'élaboration de la plateforme de supervision de la chambre de prise AZEFFOUN, nous avons utilisé le Win CC flexible 2008 qui regroupe les deux systèmes :

- Système SCADA: utilise des ordinateurs.
- Système HMI : utilise des panels.

V.5.1 Présentation du logiciel de supervision Win CC flexible 2008

Win CC flexible est l'interface homme-machine (IHM) idéale pour toutes les applications au pied de la machine et du processus dans la construction d'installations, de machines et de machines de série.

De par sa conception généraliste, Win CC flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les pupitres opérateur SIMATIC HMI, du plus petit Micro Panel jusqu'au Multi Panel ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour solutions monoposte basées sur PC et tournant sous Windows XP/Vista.

Les projets peuvent être portés sans conversion et sont exécutables sur diverses plateformes IHM. Ce qui lui permet d'être utilisé dans diverses applications.

V.5.2 Logiciel exécutif SIMATIC WinCC flexible Runtime

La partie exploitation (Runtime) est embarquée sur tous les terminaux SIMATIC HMI, les fonctionnalités IHM et les capacités fonctionnelles dépendent de la configuration matérielle. Win CC flexible Runtime est disponible pour les PC en différentes variantes qui se différencient par le nombre de Power Tags utilisés (seules les variables qui possèdent une liaison avec l'automate sont comptabilisées comme Power Tags). En plus de ces Power Tags, le système peut gérer des variables internes (sans liaison au processus), des seuils constants ou variables et des messages (jusqu'à 4000) comme options additionnelles du système. L'utilisation de SIMATIC Win CC flexible Runtime, nous permet de simuler les plates formes développées afin de valider la dynamisation des paramètres.

La validation des plates formes développées passe par l'utilisation de:

- S7-PLCSIM utilisé pour la manipulation des variables ;
- Utilisation de la table de simulation permettant de modifier les valeurs des variables ;

V.6 Supervision de la prise AZEFFOUN sous WinCC flexible 2008

Pour faciliter la commande de processus nous avons développé une solution de supervision permettant aux opérateurs de piloter et de surveiller le système. Cette dernière permet une visualisation globale et régionale du procédé, et une multitude d'action grâce aux menus développés.

V.6.1 Vue d'accueil

Cette première figure est considérée comme l'image d'accueil de notre projet puisque elle centre le lieu où se trouve la chambre de prise AZEFOUN et elle nous permet l'accès à toutes les autres images.



Figure V.5: Vue d'accueil de la prise AZEFOUN

V.6.2 Vue du système de contrôle

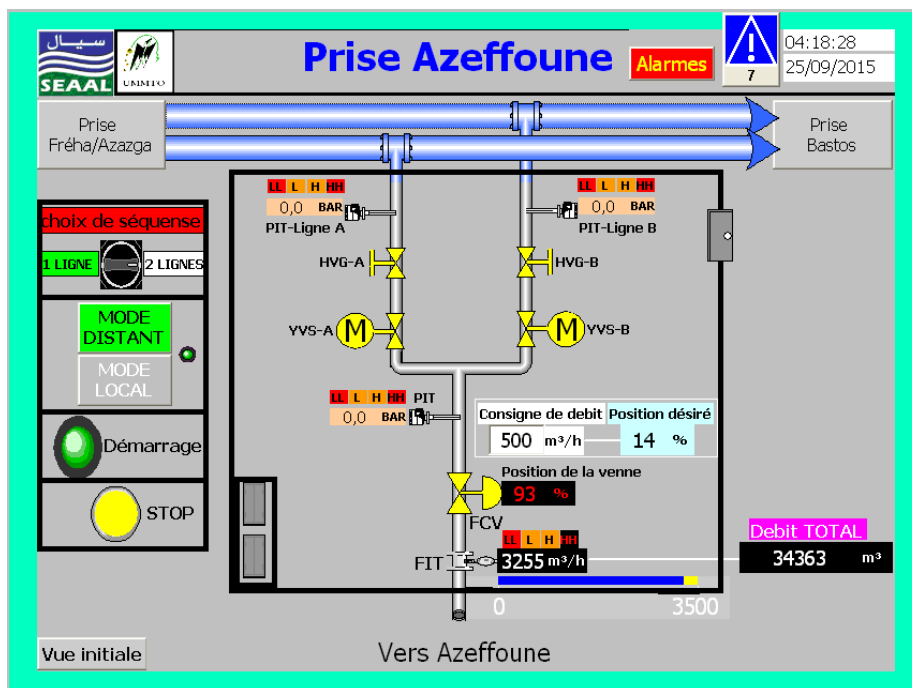


Figure V.6 : Vue du système de contrôle de la prise AZEFOUN

V.6.3 Vue des alarmes



Figure V.7: Vue des alarmes de la prise AZEFFOUN

V.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons réalisé les vues de contrôle et de supervision de la chambre de prise AZEFFOUN qui nous permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel. Nous avons constaté que le logiciel de supervision WinCC Flexible 2008 est très riche en option. Il est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il assure un flux continu d'informations. Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont on a besoin, il combine l'architecture moderne des applications Windows et la simplicité du logiciel de conception graphique et intègre tous les composants nécessaires aux tâches de visualisation et de pilotage. Donc il suffit d'imaginer le design de l'installation et tous les effets d'animations qui seront nécessaires pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'information à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différents objets.

Grâce au logiciel de visualisation du processus qu'il possède, il nous permet de contrôler facilement et avec clarté toutes les opérations d'automatisation de la chambre de prise AZEFFOUN.

Le travail que nous avons effectué, dans le cadre du projet de fin d'études au sein de l'entreprise **SEAAL**, dans la station de traitement **TAKSEBT** nous a permis d'une part d'acquérir un savoir faire dans le domaine pratique, de tirer profit de l'expérience du personnel technique du domaine, découvrir et d'affronter les difficultés du monde industriel. Ceci nous a permis de mettre en pratique nos connaissances théoriques.

Le présent mémoire traite l'automatisation d'un système contrôle-commande d'une nouvelle prise d'alimentation de la chaîne d'AZEFFOUN, qui consiste à installer un automate S7-300 et de faire la communication avec l'opérateur.

Après le développement d'une solution de commande, et afin de faciliter la communication entre l'automate et l'opérateur et la surveillance du système, nous avons développé des vues de contrôle et de supervision et la visualisation des résultats sous le logiciel WinCC a prouvé l'efficacité de la méthode proposée.

La solution proposée dans ce mémoire est en phase de réalisation sur le site du barrage de Taksebt.

Nous espérons que ce modeste travail va être réalisé réellement sur la station, et apporter un plus et constituer un support supplémentaire aux promotions à venir.

- [1] Documentation interne de la station de traitement TAKSEBT.
- [2] Documentation technique SNC-LAVALIN de la station de traitement TAKSEBT. « Data sheet débitmètre électromagnétique». Edition : ENDRESS+HAUSSER. BA082D/14/fr/05.05.
- [3] Documentation technique SNC-LAVALIN de la station de traitement TAKSEBT. « Data sheet transmetteurs de pression CerabarM». Edition: ENDRESS+HAUSSER. BA 201P/14/fr/12.03.
- [4] Documentation technique de SNC-LAVALIN. «Rapport complet Station de traitement TAKSEBT», février 2007.
- [5] Documentation technique SIEMENS sur les automates.
- [6] Documentation technique SIEMENS. « Programmation avec STEP7 ». Edition 05/2010. A5E02789667-01.
- [7] Documentation technique SIEMENS sur les réseaux profibus. « CP S7 pour profibus configuration et mise en service ». Édition 03/2009. C79000-G8977-C181-04.
- [8] Documentation technique SIEMENS. « Techniques de régulation avec STEP 7 ». Edition : 05/2004; fr : 06/2005. 63pages.
- [9] GRAFCET Edition : techniques pour l'ingénieur ,1986.
- [10] H. ALLA, R.DAVID « Du GRAFCET aux réseaux de pétri », France paris : Hermès 1997
- [11] PATRIK TRAU. « le GRAFCET et sa mise en œuvre ». <http://pat.fr.st>.
- [12] mémoire : Commande et contrôle d'une périphérie décentralisée (chaîne d'adduction AZEFFOUN) Promotion 2013
- [13] [www.siemens.com/automation service &support](http://www.siemens.com/automation/service&support).
- [14] www.google.com.
- [15] www.onu.org

Annexe

Table des mnémoniques

Editeur de mnémoniques - [Programme S7(6) (Mnémoniques) -- AZEFFOUN_55\Station SIMATIC 300\CPU 315-2 DP]					
Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?					
Tous les mnémoniques					
	Etat	Mnémonique	Opéran /	Type de d	Commentaire
1		YVSA-CmdOuvrir	A 0.0	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - CMD OUVRIR
2		YVSA-CmdFermer	A 0.1	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - CMD FERMER
3		YVSB-CmdOuvrir	A 0.2	BOOL	VANNE DE SERVICE B- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - CMD OUVRIR
4		YVSB-CmdFermer	A 0.3	BOOL	VANNE DE SERVICE B- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - CMD FERMER
5		BOUTON MARCHÉ	E 0.0	BOOL	
6		Arrêt d'urgence	E 0.1	BOOL	
7		DisjGeneral	E 0.2	BOOL	DISJONCTEUR ALIMENTATION GENERAL OK
8		DisjVservA	E 0.3	BOOL	DISJONCTEUR Q14A DEPART VANNE DE SERVICE PAPILLON A- ENCLENCHE
9		DisjVservB	E 0.4	BOOL	DISJONCTEUR Q14B DEPART VANNE DE SERVICE PAPILLON B- ENCLENCHE
10		DisjVRégu	E 0.5	BOOL	DISJONCTEUR Q15 DEPART VANNE REGLANTE ANNULAIRE - ENCLENCHE
11		choix de séquences	E 0.6	BOOL	
12		MODE LOCAL	E 0.7	BOOL	
13		Porte ouverte	E 1.0	BOOL	
14		Al_IntruTGBT	E 1.1	BOOL	ALARME INTRUSION PORTE TGBT
15		Al_intruOTN	E 1.2	BOOL	ALARME INTRUSION PORTE OTN
16		Al_inond	E 1.3	BOOL	ALARME INONDATION
17		HVG-A-Ouverte	E 1.4	BOOL	VANNE DE GARDE A- VANNE PAPILLON MANUELLE - OUVERTE
18		HVG-B-Ouverte	E 1.5	BOOL	VANNE DE GARDE B- VANNE PAPILLON MANUELLE - OUVERTE
19		HVG-A-Fermee	E 1.6	BOOL	VANNE DE GARDE A- VANNE PAPILLON MANUELLE - FERMEE
20		HVG-B-Fermee	E 1.7	BOOL	VANNE DE GARDE B- VANNE PAPILLON MANUELLE - FERMEE
21		YVSA-Ouverte	E 2.0	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - OUVERTE
22		YVSB-Ouverte	E 2.1	BOOL	VANNE DE SERVICE B- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - OUVERTE
23		FCV-Ouverte	E 2.2	BOOL	VANNE DE REGULATION - OUVERTE
24		YVSA-Fermee	E 2.3	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - FERMEE
25		YVSB-Fermee	E 2.4	BOOL	VANNE DE SERVICE B- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - FERMEE
26		FCV-Fermee	E 2.5	BOOL	VANNE DE REGULATION - FERMEE
27		YVSA-Bloquee	E 2.6	BOOL	VANNE DE SERVICE A - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - BLOQUEE
28		YVSB-Bloquee	E 2.7	BOOL	VANNE DE SERVICE B - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - BLOQUEE
29		FCV-Bloquee	E 3.0	BOOL	VANNE DE REGULATION - BLOQUEE
30		YVSA-Distance	E 3.1	BOOL	VANNE DE SERVICE A - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - SUR DISTANCE
31		YVSB-Distance	E 3.2	BOOL	VANNE DE SERVICE B - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - SUR DISTANCE
32		FCV-Distance	E 3.3	BOOL	VANNE DE REGULATION - SUR DISTANCE
33		YVSA-DefGen	E 3.4	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - DEFAUT GENERAL
34		YVSB-DefGen	E 3.5	BOOL	VANNE DE SERVICE B - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - DEFAUT GENERAL
35		FCV-DefGen	E 3.6	BOOL	VANNE DE REGULATION - DEFAUT GENERAL
36		FIT-AZ-Pulse	E 5.0	BOOL	MESURE DE DÉBIT - COMPTAGE DE DEBIT
37		réarmement défauts	E 5.1	BOOL	
38		ALARMES	FC 1	FC 1	
39		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
40		ZERO	M 0.0	BOOL	
41		ONE	M 0.1	BOOL	
42		GF	M 0.3	BOOL	
43		SP > PV	M 0.4	BOOL	
44		SP < PV	M 0.5	BOOL	
45		SP == PV	M 0.6	BOOL	
46		CHANGEMENT DE...	M 0.7	BOOL	
47		ALARME_intrusio...	M 1.0	BOOL	
48		ALARME_intrusio...	M 1.1	BOOL	
49		ALARME_intrusio...	M 1.2	BOOL	
50		ALARME_inondation	M 1.3	BOOL	
51		ALARME_DisjGen...	M 1.4	BOOL	DISJONCTEUR ALIMENTATION GENERAL OK
52		ALARME_DisjVSe...	M 1.5	BOOL	DISJONCTEUR Q14A DEPART VANNE DE SERVICE PAPILLON A- ENCLENCHE
53		ALARME_DisjVSe...	M 1.6	BOOL	DISJONCTEUR Q14B DEPART VANNE DE SERVICE PAPILLON B- ENCLENCHE
54		ALARME_DisjVRégu	M 1.7	BOOL	DISJONCTEUR Q15 DEPART VANNE REGLANTE ANNULAIRE - ENCLENCHE
55		ALARME_YVSB-D...	M 2.0	BOOL	VANNE DE SERVICE B - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - DEFAUT GENERAL
56		ALARME_YVSB-BI...	M 2.1	BOOL	VANNE DE SERVICE B - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - BLOQUEE
57		ALARME_YVSA-BI...	M 2.2	BOOL	VANNE DE SERVICE A - VANNE PAPILLON MOTORISÉE - BLOQUEE
58		ALARME_YVSA-...	M 2.3	BOOL	VANNE DE SERVICE A- VANNE PAPILLON MOTORISÉE - DEFAUT GENERAL
59		ALARME_FCV-Def...	M 2.4	BOOL	VANNE DE REGULATION - DEFAUT GENERAL
60		ALARME_FCV-Bl...	M 2.5	BOOL	VANNE DE REGULATION - BLOQUEE
61		ALARME HORS G...	M 2.7	BOOL	
62		aquitter les défauts	M 6.0	BOOL	
63		ARRET	M 6.1	BOOL	
64		choix de séquence	M 7.0	BOOL	
65		pression très bas...	M 11.0	BOOL	
66		pression bassePI...	M 11.1	BOOL	
67		pression hautePI...	M 11.2	BOOL	
68		pression très hau...	M 11.3	BOOL	
69		pression très has...	M 11.4	BOOL	

68		pression très hau...	M	11.3	BOOL		
69		pression très bas...	M	11.4	BOOL		
70		pression bassePI...	M	11.5	BOOL		
71		pression hautePI...	M	11.6	BOOL		
72		pression très hau...	M	11.7	BOOL		
73		débit très haut	M	12.0	BOOL		
74		débit haut	M	12.1	BOOL		
75		débit bas	M	12.2	BOOL		
76		débit très bas	M	12.3	BOOL		
77		débit nul	M	12.4	BOOL		
78		MODE DISTANT	M	13.0	BOOL		
79		MODE LOCAL_	M	13.1	BOOL		
80		réactivation du m...	M	13.2	BOOL		
81		pression très bas...	M	13.4	BOOL		
82		pression bassePIT	M	13.5	BOOL		
83		pression hautePIT	M	13.6	BOOL		
84		pression très hau...	M	13.7	BOOL		
85		X53	M	14.0	BOOL		
86		X58	M	14.1	BOOL		
87		ligne A	M	16.6	BOOL		
88		ligne B	M	16.7	BOOL		
89		MESURE DE DÉBIT	MD	30	REAL		
90		Débit TOTAL	MD	34	REAL		
91		mesure de pressi...	MD	40	REAL		
92		mesure de pressi...	MD	44	REAL		
93		mesure de pressi...	MD	48	REAL		
94		consigne	MD	66	REAL		
95		position désiré	MD	70	REAL		
96		position reel	MD	74	REAL		
97		débit max	MD	78	REAL		
98		débit min	MD	82	REAL		
99		MD90	MD	90	REAL		
100		MD94	MD	94	REAL		
101		SP	MW	100	INT		
102		PV	MW	102	INT		
103		SP1	MW	104	INT		
104		PV1	MW	106	INT		
105		SORTIE	PAW	272	WORD		
106		cmd FCV	PED	256	REAL		
107		PIT-Ligne A	PEW	260	INT	MESURE DE PRESSION - LIGNE A	
108		PIT-Ligne B	PEW	262	INT	MESURE DE PRESSION - LIGNE B	
109		PIT-amont	PEW	264	INT	MESURE DE PRESSION - AMONT DE LA VANNE	
110		cmd FCV_	PEW	266	WORD		
111		ALARM_SQ	SFC	17	SFC	17	Generate Block-Related Messages with Acknowledgment
112		ALARM_S	SFC	18	SFC	18	Generate Permanently Acknowledged Block-Related Messages
113		WR_USMSG	SFC	52	SFC	52	Write a User-Defined Diagnostic Event to the Diagnostic Buffer
114							