

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

**Mémoire de Fin d'Etude
De MASTER PROFESSIONNEL**
Spécialité : **Automatique et Informatique Industrielle**

Présenté par
Smail REBIB
Samir KENNAS

Mémoire dirigée par M^{me} BOUDJEMAA F et co-dirigé par M^r Massinissa HADID et M^{elle}
Karima SAIDANI

Thème

**Commande et supervision de la station
de pré-filtration de Lalla Khedidja par
fibre optique**

Mémoire soutenu publiquement le 26 juin 2014 devant le jury composé de :

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Président

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Rapporteur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

Remerciements

Avant tout nous remercions le bon Dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour accomplir ce travail.

Au terme de ce travail nous tenons à remercier en premier lieu notre promotrice M^{me} BOUDJEMAA pour son efficace assistance, ses précieux conseils et son travail méticuleux.

Nous tenons aussi à remercier nos Co-promoteurs M^r HADID Massinissa et M^{lle} SAIDANI Karima pour le temps qu'ils nous ont réservé et pour leurs éclaircissements très utiles et leurs contributions à notre intégration au sein de l'unité.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants qui ont contribué à notre réussite dans nos études.

Nous remercions aussi tous le personnel de LALA KHEDIDJA qui nous ont toujours accueillis avec beaucoup de gentillesse et de patience.

Nos remerciements sont adressés aussi aux membres du jury qui ont accepté de juger notre travail.

Sans oublier nos familles, nos amis et tous ce qui ont participé de loin ou de près pour la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A la mémoire de mes grands-pères et de ma tante.

A mes grands-mères.

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi.

A ma sœur Ourdia, son mari Lounes.B et ses enfants Sarah et Rayan.

A mon frère Mustapha, sa femme Yayat et ses enfants Samy et Ilina.

A ma sœur Farida, son mari Eric.T et ses enfants Kevin et Michael.

A ma sœur Ouiza et son mari Rachid.CH.

A ma sœur Nadia et son mari Lotfi.K.

A ma sœur Zohra.

A mes frères Ali et Karim.

A mon binôme Samir avec qui j'ai partagé ce travail et sa famille.

A mes amis ; Naim, Yacine, Nassim, Zahir et sans oublier Malha.

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

A tous ceux qui ont cru en moi

R.Smail

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de mon oncle MALIK que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.

Mes grands parents

Mes très chers parents

Mes frères LAMINE, YOUNES, FARID

Ma sœur DJOUHER et son futur mari

Mon oncle SEDIK et sa femme et sa petite fille MARYA

Mon oncle MADJID et sa femme

Mes tantes et leurs familles

A mon binôme Smail avec qui j'ai partagé ce travail et toute sa famille.

Tous mes amis.

K.SAMIR

Liste des figures

Figure I-1 : Coupe d'un forage d'eau.....	3
Figure I-2 : Emplacement des différentes machines de la chaine.....	7
Figure I-3 : Schéma de la station.....	9
Figure II-1 : Sondes de niveau FMX 167.....	11
Figure II-2 : Principe de mesure de la sonde de niveau (water pilot FMX167).....	11
Figure II-3 : Capteur de pression PTC31.....	13
Figure II-4 : Débitmètre électromagnétique Proline Promag 50	14
Figure II-5 : Schéma de principe de la mesure d'un débitmètre.....	15
Figure II-6 : Capteur fin de course.....	15
Figure II-7 : Vanne papillon (TOR).....	16
Figure II-8 : Vanne modulante.....	17
Figure II-9 : Groupe électropompe.....	18
Figure II-10 : Variateur de vitesse ALTIVAR 61.....	21
Figure II-11 : Schéma de principe d'un variateur de vitesse.....	21
Figure II-12 : Structure d'un relais.....	23
Figure II-13 : Contacteur.....	24
Figure II-14 : Disjoncteur.....	24
Figure II-15 : Filtre cartouche.....	25
Figure II-16 : Filtre multi poche.....	25
Figure II-17 : Système de périphérie décentralisé ET200S.....	27
Figure II-18: Constitution de la fibre optique.....	27
Figure II-19 : Principe de la transmission de la lumière par réflexion totale dans une fibre optique.....	28
Figure II-20 : Propagation à travers une fibre à saut d'indice.	28
Figure II-21 : La différence entre les trois types de fibre.....	29

Figure II-22 : Convertisseur de signaux électriques en signaux optiques.....	31
Figure II-23 : Différents type de connecteurs de la fibre optique.....	32
Figure II-24 : Câbles à fibre optique.....	33
Figure III-1 : Symbolisation d'un GRAFCET.....	36
Figure III-2 : GRAFCET niveau1.....	36
Figure III-3 : GRAFCET Niveau 2.....	37
Figure III-4 : Exemple d'un GRAFCET synchronisé	38
Figure III-5 : Grafcet niveau1 de premier forage.....	40
Figure III-6 : Grafcet niveau1 de deuxième forage.....	41
Figure III-7 : Grafcet niveau1 de démarrage et arrêt de la pompe de premier forage.....	42
Figure III-8 : Grafcet niveau1 de démarrage et arrêt de la pompe de deuxième forage.....	42
Figure III-9 : Grafcet niveau2 de premier forage.....	43
Figure III-10 : Grafcet niveau2 de deuxième forage.....	44
Figure III-11 : Grafcet niveau2 de démarrage et arrêt de la pompe de premier forage.....	45
Figure III-12 : Grafcet niveau2 de démarrage et arrêt de la pompe de deuxième forage.....	45
Figure III-13: Boucle de régulation PID.....	46
Figure III-14: Boucle de régulation de la vanne modulante	47
Figure IV-1 : API modulaire SIEMENS.....	50
Figure IV-2 : Structure interne des API.....	50
Figure IV-3 : Configuration matériel	55
Figure IV-4 : Configuration matériel de système de périphérie ET200S.....	56
Figure IV-5 : Les différents blocs qui constituent notre programme.....	57
Figure IV-6 : Structure hiérarchique des blocs de la solution élaborée.....	58
Figure IV-7 : Bloc fonctionnel FC105.....	59
Figure IV-8 : Schéma illustratif de la notion bipolaire.....	60
Figure IV-9 : Configuration de notre bloc FB41.....	61
Figure V-1 : Exemple de configuration graphique sur Wincc.....	65

Figure V-2 : Vue de forage.....	66
Figure V-3 : Vue de la station de pré-filtration.....	67
Figure V-4 : Vue de la régulation de la vanne modulante A.....	68
Figure V-5 : Vue de la régulation de vanne modulante B.....	68
Figure V-6 : Vue d'alarme.....	69

Sommaire

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

Chapitre I : Présentation de l'entreprise et ses différentes stations

I.1.Introduction.....	2
I.2.Présentation du groupe Cevital.....	2
I.3.Unité d'eau minérale « Lalla Khedidja ».....	2
I.3.1.Station de forage.....	2
I.4.Les différents locaux de l'unité.....	4
I.4.1.Locale traitement d'eau (water technologie).....	4
I.4.2.locale de production	4
I.5.Description de la chaine de production.....	5
I.6.Cahier des charges.....	8
I.7.Conclusion.....	10

Chapitre II : matérialisation de la station

II.1.Introduction.....	11
II.2. Les Capteurs.....	11
II.2.1.Sonde de niveau (water pilot FMX167).....	11
II.2.2.Capteur de pression (PTC31).....	13
II.2.3.Débitmètre.....	14
II.2.4.Fin de course.....	15
II.3. Les actionneurs et les pré-actionneurs.....	16
II.3.1.Vanne papillon(TOR).....	16
II.3.2.Vanne modulante (Vee-Ball V150).....	16

II.3.3. Groupe électropompe.....	17
II.3.4. Variateur de vitesse (ALTIVAR61).....	19
II.3.5. Relai.....	22
II.3.6. Contacteur.....	22
II.3.7. Disjoncteur.....	23
II.3.8. Les filtres.....	24
II.4. Outil de communication	24
II.4.1. Système de périphérie décentralisée (ET200S).....	25
II.4.2. Fibre optique.....	26
II.4.2.1. Définition.....	26
II.4.2.2. Constitution physique.....	27
II.4.2.3. Principe de fonctionnement.....	27
II.4.3.4. Modes de transmission.....	28
II.4.3.5. Avantages et inconvénients	29
II.4.3.6. Convertisseur électrique optique.....	31
II.4.3.7. Connecteurs de fibre optique.....	31
II.4.3.8. Câble à fibre optique.....	32
II.5. Conclusion.....	32

Chapitre III : Modalisation par l’outil GRAFCET

II.1. Introduction.....	33
II.2. Définition d’un GRAFCET.....	33
II.3. Niveau GRAFCET.....	34
II.3.1. GRAFCET niveau 1.....	34
II.3.2. GRAFCET niveau 2.....	35
II.3.3. GRAFCET niveau 3.....	35
II.4. GRAFCET synchronisé.....	36
II.4.1. GRAFCET maitre/esclave.....	36

II.4.2. Exemple d'un GRAFCET synchronisé.....	37
II.5. Application du GRAFCET pour modéliser la station de forage.....	37
II.6. La régulation.....	44
II.6.1- Définition de la régulation.....	44
II.6.2. Objectifs de la régulation.....	44
II.6.3. Structure d'un système de régulation automatique.....	44
II.6.4. Boucle de régulation de la station de pré-filtration.....	45
II.6.5. Paramètres de régulateur PID.....	45
II.7. Conclusion.....	46

Chapitre IV : Elaboration de la solution de commande

IV.1. Introduction.....	47
IV.2. Définition d'un Automate Programmable Industriel (API).....	47
IV.3. Choix d'un automate.....	47
IV.3.1. Le choix du S7-300.....	47
IV.3.2. Présentation du S7-300.....	47
IV.3.3. Les modules constitutionnels de l'automate s7-300.....	49
IV.3.4. Caractéristique de l'automate S7-300.....	51
IV.4. Programmation sous le SIMATIC STEP 7.....	51
IV.4.1. Le logiciel STEP 7.....	51
IV.4.2. Langages de programmation.....	51
IV.4.3. Structure d'un programme S7.....	52
IV.4.4. Les blocs utilisateurs.....	52
IV.4.5. Structure de notre programme.....	53
IV.4.5.1. Configuration matériel	53
IV.4.5.2. Les différents blocs qui constituent notre programme	53
IV.5. Configuration du régulateur PID sous step7.....	57
IV.5.1. Description de bloc FB41.....	57

IV.6.Conclusion.....	57
----------------------	----

Chapitre V : Supervision à l'aide de l'outil WinCC flexible 2008

V.1.Introduction.....	59
-----------------------	----

V.2. Présentation du logiciel WinCC flexible	59
----------------------------------------------------	----

IV.3. Outils intelligents au service d'une configuration efficace.....	59
------------------------------------------------------------------------	----

V.3.1. Interface utilisateur.....	60
-----------------------------------	----

V.3.2. Intégration dans SIMATIC step7.....	60
--------------------------------------------	----

V.3.3. Gestion des utilisateurs et protection d'accès.....	60
------------------------------------------------------------	----

V.3.4. Fonctionnalité RUNTIME.....	60
------------------------------------	----

V.4. Les différentes vue de nos stations	61
------------------------------------------------	----

V.5.Conclusion.....	63
---------------------	----

Conclusion Générale.....	64
---------------------------------	-----------

Annexe

Bibliographie



Introduction Générale

Introduction générale

L'automatique fait partie des sciences de l'ingénieur les plus développées de nos jours. Elle a pour objectif principal de procurer une certaine autonomie aux systèmes les laissant prendre les décisions adéquates aux différents stades de leur évolution.

Cette science peut être considérée comme étant le noyau de toutes les sciences de l'ingénieur et cela du fait qu'elle est en permanente interaction avec les autres disciplines telle que l'informatique, l'électricité et la mécanique... ; chose qui lui a permis de faire de grands pas vers l'avant en bénéficiant du progrès de chacune de ces disciplines.

L'automatisation des systèmes est indispensable dans l'industrie moderne, et cela du fait qu'elle permet de :

- Û Réduire les frais de main d'œuvre ;
- Û Eviter les travaux dangereux et pénibles ;
- Û Assurer une meilleure qualité du produit ;
- Û Réaliser des opérations impossible à contrôler manuellement;
- Û Commander à distance ; Augmenter les performances du système de production;
- Û Améliorer la sécurité de l'installation industrielle et du personnel.

Les solutions d'automatisation industrielle sont un facteur de compétitivité de plus en plus important pour les grandes et moyennes entreprises. C'est souvent dans ce domaine que se décide la réussite d'une entreprise. Cevital a fait le choix d'investir dans des équipements et installations modernes, ce qui lui permettra de rester compétitive vis-à-vis des ses concurrents.

Pour ce faire, nous avons décomposé notre travail en cinq principaux chapitres :

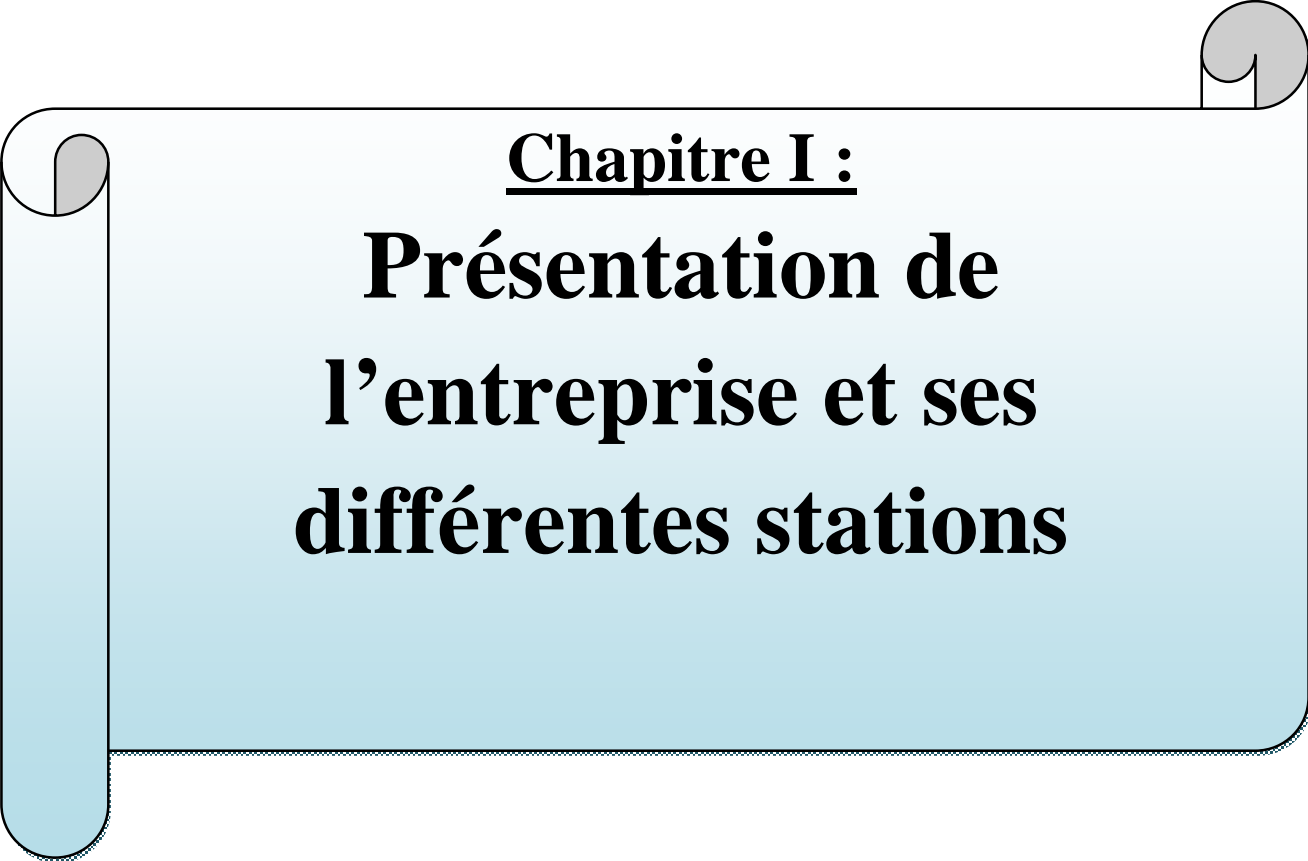
Le premier chapitre sera consacré à la description de la station, en citant les différentes tâches assignées à cette station.

Le second chapitre portera sur l'ensemble des instruments nécessaires pour la matérialisation de cette station

Le troisième chapitre traitera la modélisation de la station en utilisant l'outil graphique GRAFCET.

Le quatrième chapitre sera consacré pour donner quelques techniques utilisées dans la programmation des tâches des deux stations.

Le cinquième et dernier chapitre sera consacré à donner un aperçu sur la plateforme de supervision élaboré sous WinCC flexible 2008.



Chapitre I :
**Présentation de
l'entreprise et ses
différentes stations**

I.1 Introduction

Avec une production qui s'élève à 1.5 millions de bouteilles par jour, Lalla Khedidja fait partie des unités spécialisées dans la production d'eau minérale à l'échelle nationale.

Dans ce premier chapitre nous allons faire une présentation de l'unité, donner une idée générale sur l'installation, ses différents locaux, les utilités qui assurent le fonctionnement et on termine avec le cahier des charges de notre travail.

I.2 Présentation de Cevital

Le Groupe Cevital est un Groupe familial bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée. Créé avec des fonds privés, elle est la première société privée algérienne à avoir investi dans plusieurs secteurs d'activités. Le Groupe Cevital a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre la taille et la notoriété d'aujourd'hui en continuant à œuvrer dans la création d'emplois et de richesse.

Le Groupe Cevital s'est, ainsi, constitué au fil des investissements, autour de l'idée forte de bâtir un ensemble économique. Porté par plus de 10200 collaborateurs, elle représente le fleuron de l'économie algérienne.

Le fondateur du Groupe Cevital résume les clefs du succès en sept points : le réinvestissement systématique des gains dans des secteurs porteurs à forte valeur ajoutée, la recherche et la mise en œuvre des savoir-faire technologiques les plus évolués, l'attention accordée au choix des personnels , à leur formation et au transfert de compétences, l'esprit d'entreprise, le sens de l'innovation, la recherche de l'excellence et la fierté et la passion de servir l'économie nationale.

I.3 Présentation de l'Unité d'eau minérale Lalla khedidja

L'unité d'eau minérale "Lala khedidja" sise au pied du mont de Djurdjura dans le village **d'Agouni Gueghrane**, Commune de **Ouadhias**, à environ de 35 Km au sud ouest de chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, fait partie des unités spécialisées dans la production d'eau minérale à l'échelle nationale. L'unité a été remise sur pied par le groupe industriel Cevital, laquelle a été cédée par l'entreprise touristique de Kabylie ETK en 2004 dans le cadre de la cession des filiales en difficulté pour voir finalement le jour en avril 2005.

L'alimentation en eau de l'unité est assurée par la source coulante de l'immense Djurdjura. Deux **forages** d'eau ont été réalisés récemment à une distance d'environ 3KM afin d'augmenter la production et faire face au problème de manque d'eau.

I.3.1 Station de forage

L'eau souterraine est souvent considérée comme la ressource la plus appropriée de l'eau potable, et ces ressources sont amenées à la surface en réhabilitant des puits ou en creusant des forages.

Un « forage » est un trou cylindrique vertical d'un diamètre relativement petit qui sert à extraire de l'eau, et qui est normalement creusé au moyen d'une foreuse.

La figure-I-1 montre une coupe d'un forage d'eau.

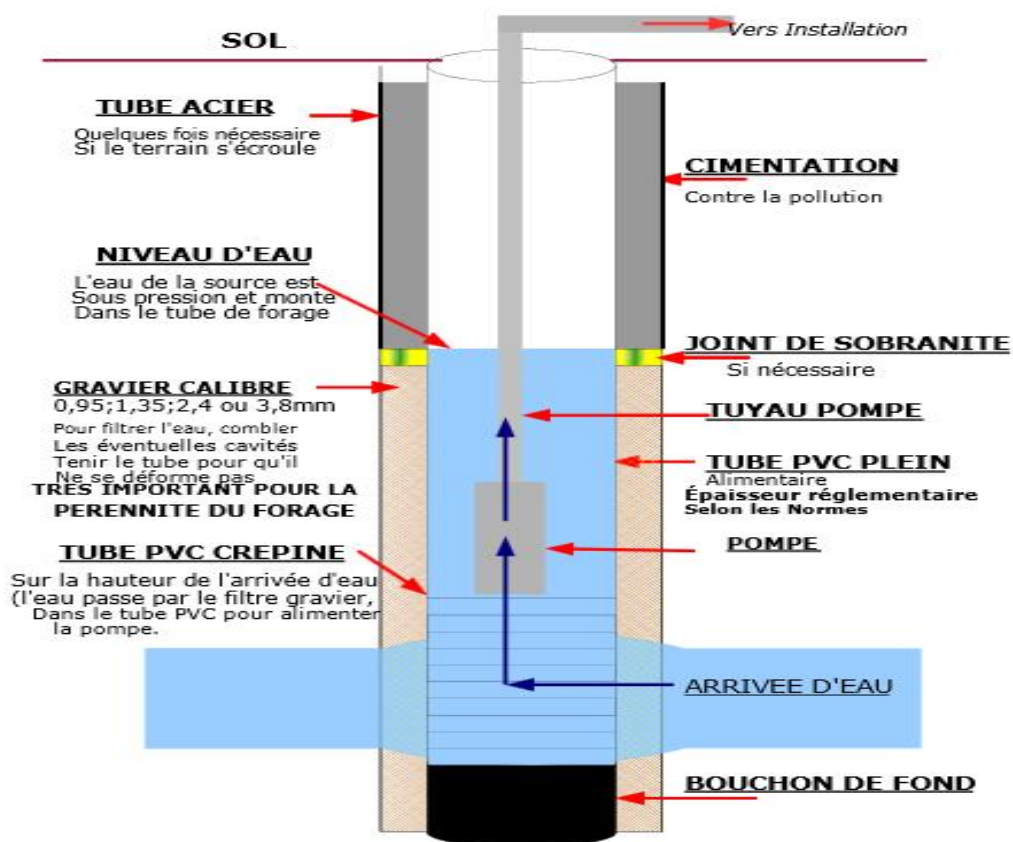


Figure. I.1 : coupe d'un forage d'eau [1]

Le tableau 1 nous donne les caractéristiques des deux forages de l'entreprise

Premier forage (S2BIS)	Deuxième forage (S6BIS)
Profondeur : 273m	Profondeur : 308m
Profondeur de la pompe : 160m	Profondeur de la pompe : 146m
Diamètre : 17 pouces (43 Cm)	Diamètre : 17 pouces (43 Cm)
Niveau d'eau statique: 78m	Niveau d'eau statique : 75m
Niveau d'eau dynamique: 100m	Niveau d'eau dynamique : 108m

Tableau 1: Caractéristiques des forages 1et2

- Ø **Niveau d'eau statique** : représente le niveau d'eau dans le forage à l'état naturel, c'est-à-dire qu'il n'est pas modifié par les opérations du forage ou un autre puits en pompage près de lui.
- Ø **Niveau d'eau dynamique** : représente la profondeur d'eau juste avant l'arrêt du pompage.

I.4 Les différents locaux de l'unité

L'unité s'étale sur une surface d'environ 25000 m², répartie à l'intérieur en plusieurs locaux, chacun de ces locaux assure des fonctions bien déterminées. On peut citer parmi ces locaux :

I.4.1 Locale de traitement d'eau (water technology)

L'atelier water technologie est composé de différents éléments conçus est réalisés afin de remplir trois fonction principales :

- Ø Pré-filtration physique de l'eau provenant de la source.
- Ø Stockage de l'eau pré-filtré.
- Ø Filtration final de l'eau du processus et alimentation des lignes de production.

a) Zone de pré-filtration :

La zone de pré-filtration est composé (voir figure I.3) de deux lignes A et B pour une pré-filtration physique d'eau provenant de la source. Chaque ligne se compose de :

- Ø Trois filtres dont un à sac, qui filtre à 5 µm et deux à cartouches, le premier à 5 µm et le deuxième à 1 µm.
- Ø Des vannes manuelles : de purge pour diminuer la pression d'arrivée et d'isolement pour isoler la ligne et la tuyauterie.
- Ø Des vannes modulantes : situées à l'entrée de chaque ligne, et contrôlées par un indicateur de pression.
- Ø Des vannes TOR : Placées dans des différents endroits de la ligne :
 - En amont et en aval de chaque filtre.
 - A l'entrée des lignes.
 - En amont et en aval des trois plaques d'échange de flux.
 - Pour le remplissage des réservoirs.
 - De drainage pour deux filtres à cartouches.
- Ø Des indicateurs transmetteurs de pression (PIT).
- Ø Des transmetteurs de température à la sortie des filtres (TT).
- Ø Un transmetteur de débit (FT) à l'entrée des lignes.
- Ø Des capteurs de position situés sur les plaques d'échange pour indiquer les positions des manifolds, en mode production ou en mode CIP.
- Ø Une soupape de sécurité.

b) Zone de stockage

Depuis les lignes de pré-filtration, et grâce aux plaques d'échange de flux, il est possible d'alimenter six tanks (réservoirs) de stockage d'eau pré-filtrée, qui sont destinés à emmagasiner l'eau pré-filtré puis l'envoyer vers les lignes de production A et B.

La ligne A dispose de trois tanks de stockage TK1, TK5, TK6 et d'un tank de production TK10.

La ligne B dispose trois tanks de stockage TK2, TK3, TK6 et d'un tank de production TK11.

Le tank7 sera alimenté par les deux lignes de pré-filtration A et B, il permet d'alimenter en eau le CIP/NEP (clean in place /nettoyage en place) ; pour le nettoyage des tanks de stockage, tank de production et les remplisseuses des lignes A et B.

c) Zone de filtration finale

Les réservoirs de stockages alimentent six lignes de filtration finale, des pompes centrifuges à régime de rotation contrôlé par un inverseur permettant à l'eau contenue dans ces réservoirs d'être une nouvelle fois filtrée, cette étape est appelée filtration finale, elle se fait à l'aide d'un filtre à 0.2 µm, toutes les lignes passent à travers ces filtres. Aujourd'hui, la filtration regroupe un grand nombre de technologies, dont les technologies

- filtrations membranaires : permettent même de déminéraliser l'eau.
- filtration particulaire : regroupe l'ensemble des méthodes de filtration permettant d'enlever de l'eau les particules d'une taille supérieure à environ 1µm.

I.4.2 Local de production

Ce local comporte trois parties essentielles:

- Une salle blanche où s'effectuent le soufflage et le remplissage des bouteilles.
- Un laboratoire pour le contrôle de qualité.
- Quatre lignes de production dont deux pour le conditionnement de l'eau minérale

I.5 Description de la chaîne de production

a) Distributeur de préformes

Le distributeur de préformes a pour fonction d'alimenter de façon continue une machine de production (spécialement la souffleuse) avec des préformes col en haut.

Les préformes sont déversées en vrac dans le distributeur. Elles sont ensuite transportées par petit lot pour être positionnées et orientées col en haut et alignées en file indienne. Elles se déplacent ensuite par gravité vers le rail d'alimentation.

La gestion du flux des préformes dans le rail d'alimentation permet de compenser un manque de préformes dans le rail d'alimentation pour éviter des niveaux bas.

Pour éviter le blocage des préformes dans le rail d'alimentation, les préformes emboîtées ou mal orientées sont éjectées lors de leur passage sur le rail de stabilisation.

b) La Souffleuse

La souffleuse est une machine destinée à la fabrication des bouteilles à partir des préformes qui ont une structure de tube, fabriquées dans l'atelier plastique. Pour atteindre ce but la souffleuse suit les étapes suivantes :

- Préchauffage des préformes.
- Etirage axial mécanique.
- Etirage radial par soufflage d'air comprimé à 40 bars à l'intérieur d'un moule.

La souffleuse est constituée de quatre parties principales :

- Partie d'alimentation des préformes froide.
- Partie du four linéaire pour le préchauffage des préformes.
- Partie pour le soufflage des préformes.
- Partie de sortie des préformes.

c) La Remplisseuse

La remplisseuse est une machines chargée de mettre en bouteilles le produit fini (l'eau dans notre cas) dont la vitesse peut être variée. La remplisseuse est constituée essentiellement de la cuve qui est remplie de la boisson à partir des tanks (local traitement d'eau) par les pompes de soutirage. Ces cuves donnent une indication sur le niveau de la boisson (eau) à l'intérieur. Cette même information est utilisée pour la variation de la vitesse des pompes ou leur arrêt et démarrage.

d) La Bouchonneuse

La bouchonneuse se trouve encastrée dans la remplisseuse pour permettre le bouchage des bouteilles juste à la fin de leur remplissage pour éviter le débordement. Les bouchons sont fabriqués et préparés par l'atelier plastique, donc ils sont prêts à être utilisés directement par la bouchonneuse.

e) L'Étiqueteuse

L'étiqueteuses est destinée à coller des étiquettes enveloppantes sur des récipients cylindriques (bouteilles) portant des informations sur le produit et le fabricant.

f) Le Dateur

Il sert à mentionner la date et l'heure de fabrication du produit (bouteilles d'eau). Chaque ligne dispose de deux types de dateurs, utilisant l'impression à jet d'encre ou la gravure directe sur la bouteille à l'aide d'un laser.

g) La Fardeuse

La fardeuse est la machine qui reçoit les bouteilles et les enveloppent dans un film en silicone. La machine est de type barre de soudeur avec superposition de film sur fond de paquet.

h) Les Tapis roulant

Le tapis roulant est un moyen de transport des fardeaux de la sortie de la fardeleuse jusqu'à l'entrée du palettiseur.

i) La Poseuse de poignés

Elle a pour rôle le placement et la fixation des poignés sur les fardeaux de bouteilles, elle se situe après la fardeleuse.

j) Le Palettiseur

Ces machines sont conçues pour superposer sur une palette plusieurs étages de fardeaux.

k) La Housse use

Cette machine est incluse pour envelopper la charge constituée de la palette et de plusieurs étages de fardeaux dans le but d'assurer la bonne tenue des bouteille pour tout déplacement. La housse use entoure la charge d'un film en silicone.

La figure I-2 montre l'emplacement des différentes machines de la chaîne.

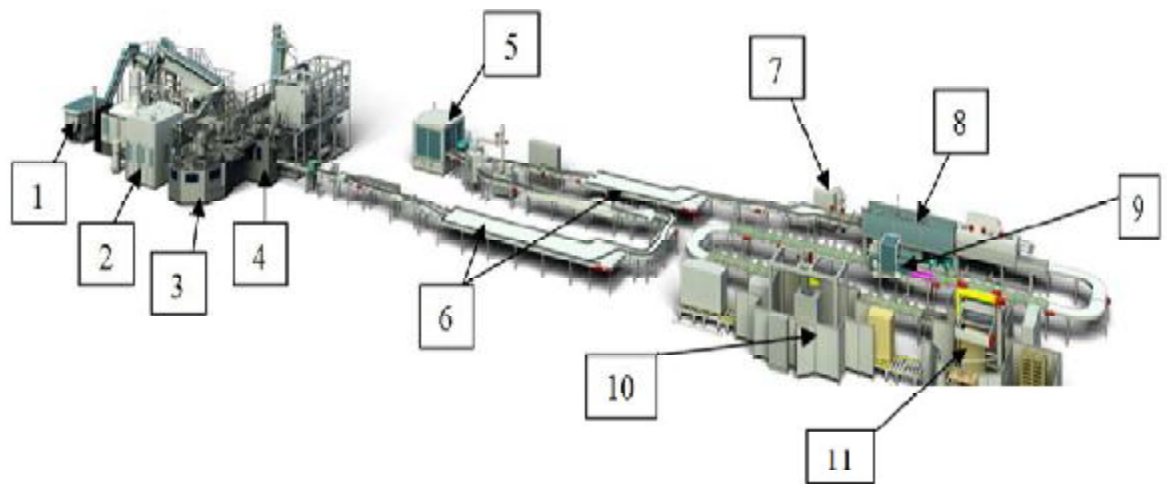


Figure-I-2 : Emplacement des différentes machines de la chaîne [2].

1-Distributeur de préformes

2- Souffleuse

3- Remplisseuse

4- Boucheuse (Capsule use)

5- Etiqueteuse

6- Convoyeurs

7- Dateuse

8- Fardeleuse

9- Poseuse de poignés

10- Palettiseur

11- Housseuse

I.6 Cahier des charges

Notre travail est effectué dans les deux stations de forage et de pré-filtration, dans chaque station on essaye de satisfaire les conditions et le cahier des charges imposé par l'entreprise.

a) Station de forage (deux forages)

L'objectif principal est d'assurer une alimentation continue en eau des chaînes de production, les forages se trouvent à une distance d'environ **3KM** de l'entreprise et notre travail consiste à élaborer un programme (sous STEP7) qui commandera la vitesse des pompes immergées selon le niveau d'eau dans chaque forage.

Ø **Niveau bas** : les pompes fonctionnent à 50% c.-à-d. 25Hz.

Ø **Niveau moyen** : les pompes fonctionnent à 60% c.-à-d. 30Hz.

Ø **Niveau haut** : les pompes fonctionnent à 100% c.-à-d. 50Hz.

La communication entre les armoires de commande (forages) et l'API (salle de contrôle de l'unité) est assurée par une fibre optique.

b) Station de pré-filtration

Commander l'ouverture et la fermeture des vannes modulantes situées à l'entrée de chaque ligne pré-filtration par le capteur de pression afin de protéger les filtres contre les grandes pressions.

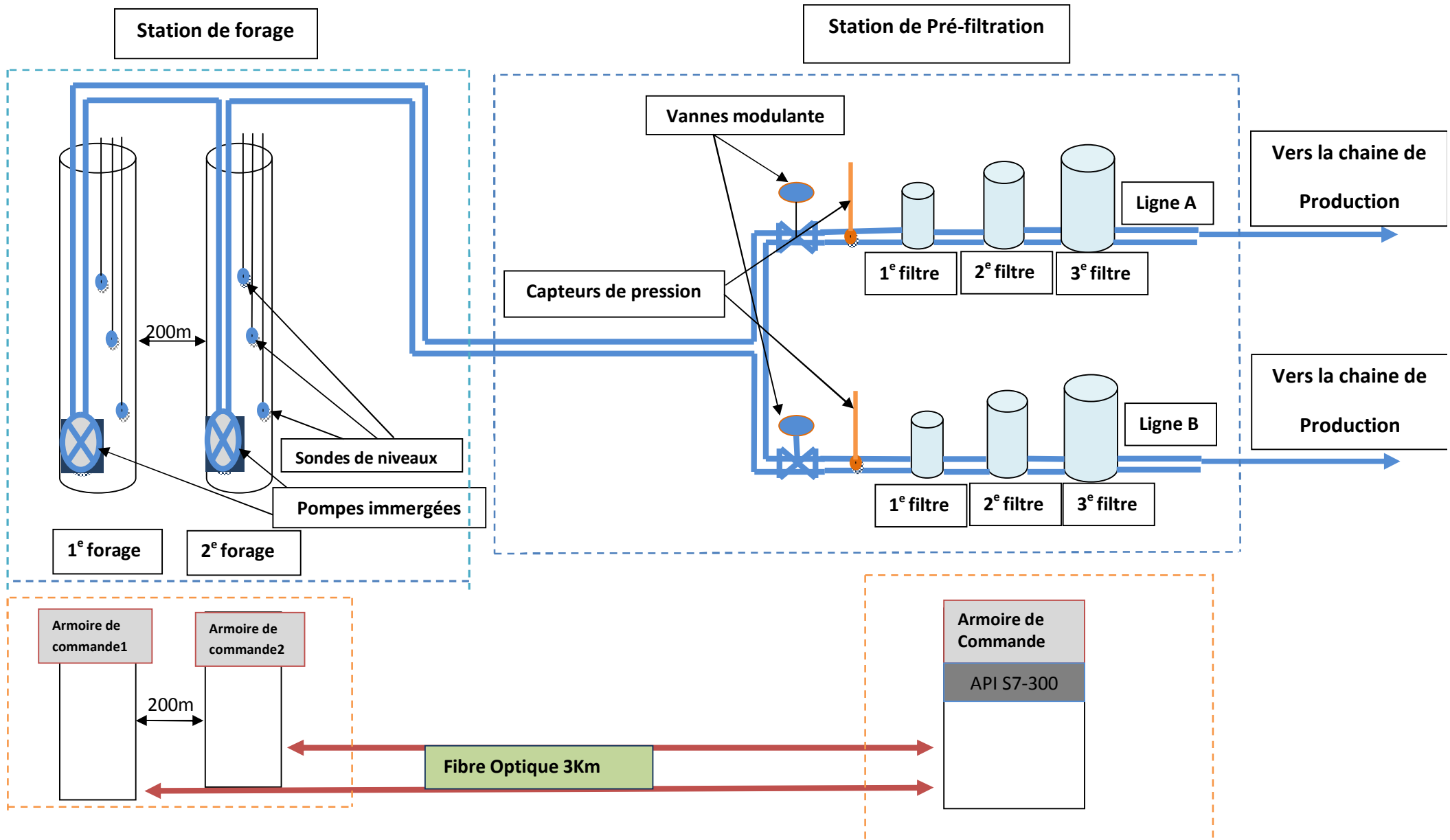


Figure I.3 : Schéma illustratif des deux stations

I.7 Conclusion

Dans ce premier chapitre nous avons donné un aperçu sur l'unité, ses différents locaux, son fonctionnement et surtout le mode d'alimentation en eau, chose qui nous conduit à conclure qu'une automatisation est plus que nécessaire pour assurer une alimentation d'eau continue, et comme premier pas : on va faire le point sur l'ensemble des instruments nécessaires pour la matérialisation de la station. Chose qui fera l'objet du prochain chapitre.



Chapitre II :
Matérialisation des stations

II.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter l'ensemble des instruments qui seront utilisés pour la matérialisation de notre projet. Comme première partie, nous allons voir l'ensemble des capteurs, leur principe de fonctionnement ainsi que leur branchement et leur configuration s'il y a lieu. La deuxième partie sera consacrée aux actionneurs et pré actionneurs tels que les pompes et les vannes.

II.2 Les Capteurs

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable tel que ; une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité, la déviation d'une aiguille...etc.

Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition de données. Leur mise en œuvre est du domaine de l'instrumentation.

II.2.1 Sonde de niveau (Water pilot FMX167)[3]

Le Water pilot FMX167 est un capteur de pression hydrostatique pour la mesure de niveau. La figure II.1 présente la sonde de niveau (water pilot FMX167) qui est utilisé dans la mesure du niveau d'eau dans les forages.



Figure II.1 : Sondes de niveau FMX 167

a) Principe de mesure

La pression agit directement sur la robuste membrane céramique (cellule de mesure sèche) du Water pilot FMX167 et la déplace de max. 0,005 mm.

Les effets de la pression atmosphériques sur la surface du liquide sont amenés par le biais d'un flexible de compensation de pression à travers le câble porteur jusqu'à la face arrière de la membrane et compensés. Aux électrodes du support céramique on mesure une variation de capacité fonction de la pression, engendrée par le déplacement de la membrane. Un circuit électronique la transforme ensuite en un signal proportionnel à la pression, linéaire par rapport au niveau.

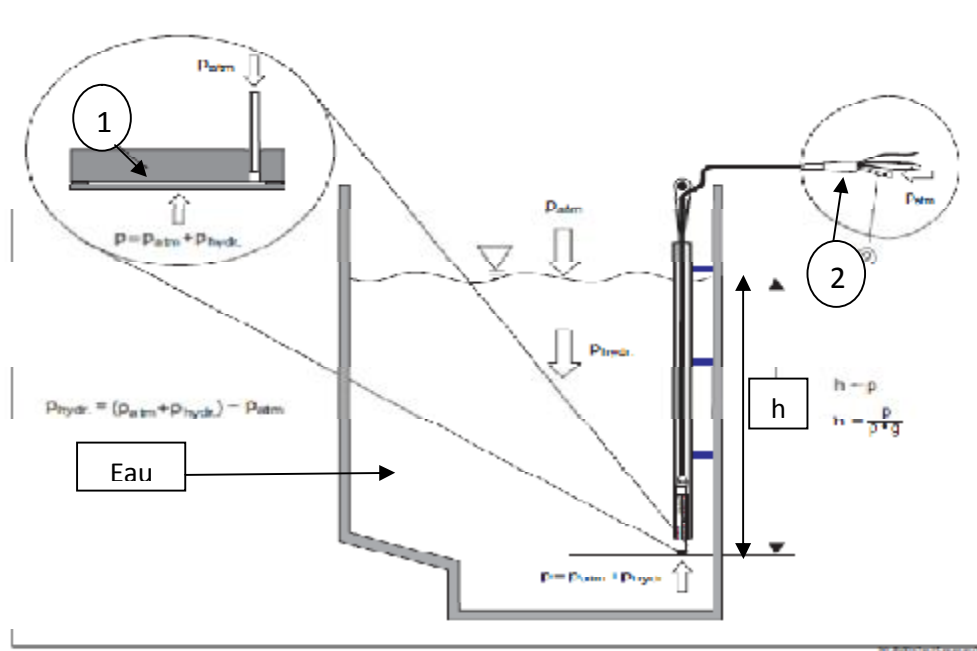


Figure II.2. Principe de mesure de la sonde de niveau (water pilot FMX167)

Principe de mesure FMX167

$$h = \frac{p}{\rho \cdot g}$$

1 : Cellule céramique

2 : Flexible de compensation de pression

h : Niveau

p : Pression totale = pression hydrostatique + pression atmosphérique

ρ : Densité du produit

g : Accélération de la pesanteur

p_{hyd} : Pression hydrostatique

p_{atm} : Pression atmosphérique

b) Caractéristiques du Water pilot FMX167

-Surcharge jusqu'à 40 bars (580 psi).

-Température de processus : $-10...+70$ °C

-Tension d'alimentation 10...30 V DC

-Sortie 4...20 mA

c) Principaux avantages

- Résistance mécanique élevée en cas de surcharge et en présence de produits agressifs.
- Cellule céramique hautement précise et stable à long terme.

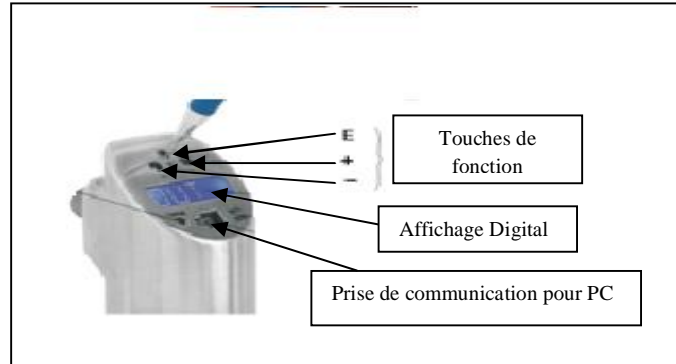
- Résistance climatique grâce à une électronique entièrement surmoulée et un système de compensation de pression à 2 filtres.
- Signal de sortie 4...20 mA.

II.2.2. Capteur de pression (PTC31)

Un capteur de pression est un dispositif ayant pour fonction de détecter la pression. Et qui permet l'envoi d'un signal électrique, ce signal électrique est normalisé par circuit électronique pour l'injecter dans un API afin de contrôler la pression.



a). Image d'un Capteur de pression PTC31



b). Niveau d'affichage et configuration

Figure II.3 : Capteur de pression PTC31

a) Principe de mesure

La pression du processus agit sur la membrane céramique et la modification de la capacité, fonction de la pression, de la cellule céramique est mesurée. Un microprocesseur exploite le signal et active la sortie ou édite la valeur mesurée correspondante.

La cellule céramique est une cellule sèche, c'est-à-dire aucun liquide n'est nécessaire pour la transmission de la pression. De ce fait la cellule peut être parfaitement utilisée dans le vide.

b) Caractéristiques

- Surcharge jusqu'à 40 bars (580 psi).
- sortie analogique 4...20 mA.
- Température de processus : 40 °C...+100 °C

c) Principaux avantages

- Bonne reproductibilité et stabilité à long terme.
- Excellente précision et temps de réponse rapide.
- Contrôle du fonctionnement et information sur site via DEL et affichage digital.

II.2.3 Débitmètre Proline Promag 50

Les débitmètres électromagnétiques sont des appareils de mesure de débit de haute précision. La (figure II-4) ci contre montre le débitmètre utilisé pour la mesure du volume dans la station. Ces débitmètres conviennent exclusivement à la mesure du débit volume de produits liquides.



Figure II.4 : Débitmètre électromagnétique Proline Promag 50

a. Principe de mesure

La mesure repose sur le principe connu de la loi de FARADAY selon laquelle une tension est induite lorsqu'un liquide conducteur traverse le champ magnétique d'un débitmètre. La valeur de la tension induite se calcule selon l'expression suivante :

$$U = K \times B \times V \times D$$

K : constante de l'appareil

B : valeur du champ magnétique

V : vitesse d'écoulement moyenne

D : diamètre de la conduite

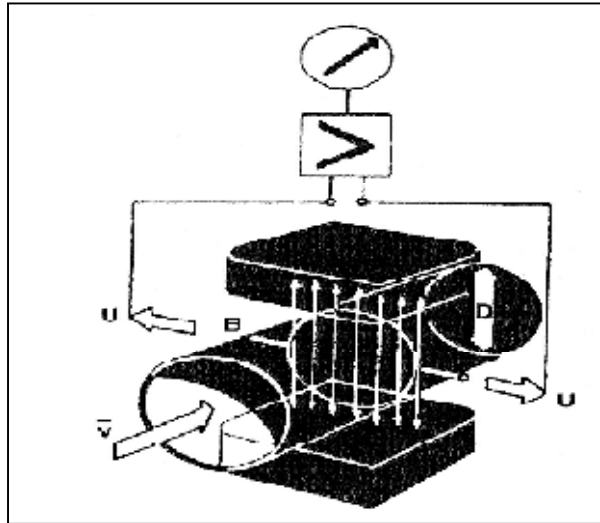


Figure II.5.: Schéma de principe de la mesure d'un débitmètre

La tension induite est proportionnelle à la vitesse d'écoulement moyenne. Pour la mesure de débit par induction magnétique, le liquide traverse un champ magnétique B perpendiculaire au sens d'écoulement. Sous l'effet du mouvement du liquide conducteur, une tension électrique y est générée, proportionnelle à la vitesse d'écoulement moyenne et ainsi au débit volumique. Le signal de tension induite est capté par deux électrodes puis transmis à un convertisseur de mesure qui délivre un signal unitaire à sa sortie (courant stabilisé).

II.2.4 Capteur de fin de course

Encore appelés interrupteur de fin de course, interrupteur de position, détecteur de position. Ce sont des commutateurs commandés par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsqu'ils sont actionnés, ils ouvrent ou ferment un ou plusieurs circuits Électriques ou pneumatiques.



Figure II-6- Capteur fin de course

II.3 Les actionneurs et les pré-actionneurs

Dans une machine ou un système de commande à distance, semi automatique ou automatique, un **actionneur** est l'organe de la partie opérative qui convertit l'énergie qui lui est fournie sous l'ordre de la partie commande, éventuellement via un **pré actionneur**, en un travail utile à l'exécution de tâches d'un système automatisé.

En d'autres termes : un **actionneur** est l'organe fournissant la force nécessaire à l'exécution d'un travail ordonné par une unité de commande distante.

Parmi les actionneurs que nous allons voir : les vannes et les pompes.

II.3.1 Vanne papillon (TOR)

Les vannes papillon sont des vannes pneumatiques tout ou rien utilisées dans les installations de liquides et celles des gaz. Ces vannes sont en inox (inoxydables), chose qui leur permet d'être largement utilisées dans toute l'industrie agroalimentaire. La figure (II.7) montre la vanne papillon utilisée dans la station de pré-filtration.



Figure II.7 : Vanne papillon (TOR)

Constitution et principe de fonctionnement

La vanne papillon TOR a le même fonctionnement qu'un vérin simple effet, Les parois internes du piston de cette vanne étant rainurées, alors le mouvement de translation du vérin provoqué par une pression d'air (de 5 à 7 bars) à son entrée, est converti automatiquement par transmission mécanique en un mouvement de rotation de « 90° » du disque (en forme de papillon), emmenant ainsi la vanne à un changement d'état.

II.3.2 Vanne modulante (Vee-Ball V150)

Une vanne modulante est une de régulation conçu pour contrôler de manière continue le débit de toutes sortes de fluides (liquides ou gaz) dans un système de commande.

La vanne modulante est équipé d'un positionneur de signal, ce dernier a comme fonction de détecté la position bien précise de la vanne (grandeur réglée) par rapport au signal de commande.

L'appareil compare le signal provenant d'un dispositif de réglage électrique avec la course de la vanne de réglage et émet comme grandeur de sortie un signal pneumatique.



Figure II.8 : Vanne modulante

II.3.3 Groupe électropompe

Le groupe électropompe est une machine à usage industriel, destiné au réseau de pompage et distribution des fluides (pompage d'eau souterraine dans notre cas). Se compose essentiellement d'une pompe accouplée à un moteur asynchrone immergé.

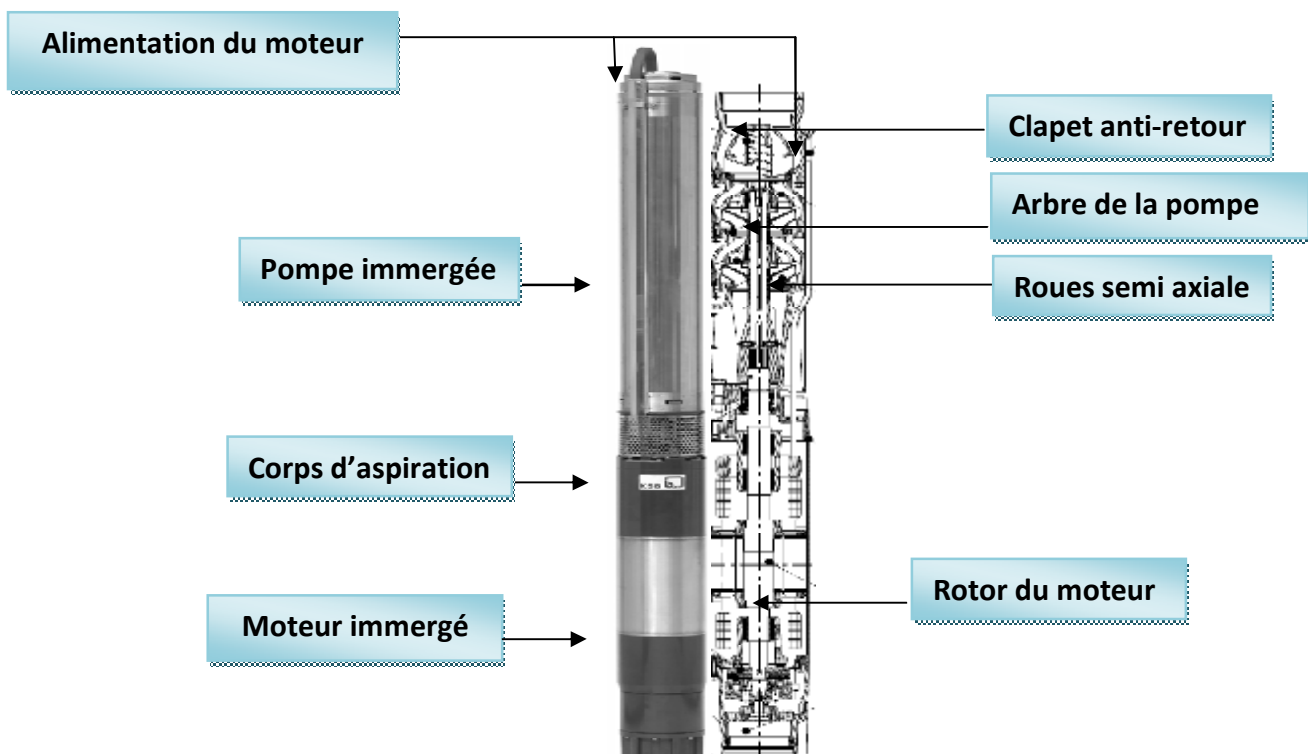


Figure II.9 : Groupe électropompe

II.3.3.1 Pompe immergée

Une pompe immergée est un appareil transformant une énergie mécanique (couple et vitesse) en énergie hydraulique (débit et pression). utilisée dans des forages, elle est choisie selon la profondeur du forage.

Les pompes immergées sont des pompes multicellulaires, de roue à écoulement semi axial pour pompage d'eau potable, accouplée directement à des moteurs spéciaux immergés asynchrones [4].

a. Constitution

Les pompes immergées comportent essentiellement :

- Ø Une turbine à roue : constituée d'un arbre portant un noyau muni d'aubes.
- Ø Un distributeur : tubulure profilée conduisant l'eau avec une vitesse a une direction convenable.
- Ø Un œillard : est constitué par un cône qui permet une meilleure disposition des filets liquides.

La volute : placée a l'extérieur de la roue est se termine par un divergent.

b. Fonctionnement

La rotation de la turbine, entraîné par le moteur projette l'eau qui arrive dans la région axiale a la périphérie, engendrant ainsi des dépressions faisant appel a des tranches suivantes, d'où un écoulement continue de la veine liquide.

II.3.3.2 Moteur émergé (à cage d'écureuil)

C'est un moteur asynchrone avec rotor en court circuit (à cage d'écureuil), il est monté sur un coussinet anti-usure, et supporte la poussé axiale de la pompe grâce a un coussinet surdimensionné, le bobinage statorique est protégé par la résine.

a) Constitution

Le moteur asynchrone a cage d'écureuil est constitué d'un stator est d'un rotor séparé par un entrefer d'épaisseur constante, sa simplicité et robustesse garantissant une très longue durée de vie.

Ø Stator

C'est la partie fixe du moteur, il est constitué d'une carcasse sur laquelle est fixée une couronne de tôles d'acier, qui comporte trois enroulements identiques décalés de 120° dans l'espace. Ces enroulements sont logés dans les encoches du circuit magnétique, on les alimente par système triphasé équilibré du courant .il ya création d'un champ magnétique tournant le long de l'entrefer, la vitesse (Ω) du champ tournant est inversement proportionnelle au nombre de paire de pôles (p) du moteur et proportionnelle a la pulsation du courant des courants statorique (ω).

$$\Omega = \frac{\omega}{p}$$

Ω : La vitesse de rotation du champ tournant (rad/s).

ω : La pulsation du courant (rad/s).

p : Le nombre de paire de pole du stator.

Ø Rotor :

C'est la partie mobile du moteur dans chaque encoche rotorique est placé une barre. Ces barres sont en cuivre pour les moteurs de fortes puissances, et en alliage d'aluminium pour les moteurs de faibles et moyennes puissance.

Elles sont réunies a chaque extrémité du rotor par des anneaux réalisant le court circuit l'ensemble a un aspect d'une cage d'écureuil, d'ou le nom de ce type de moteur.

b) Fonctionnement :

Lors de la mise sous tension du stator par des courants triphasés de pulsation ω , il apparait dans l'entrefer un champ d'induction magnétique comportant $(2p)$ pôles, est glissant à la vitesse angulaire $\Omega = \omega/P$ de synchronisme. Ce champ glissant induit dans les enroulements rotorique immobile des forces électromotrices polyphasées de pulsation ω étant donné que les enroulements rotorique immobile sont refermés sur eux même, il s'y est développe des courants polyphasés de pulsation.

L'interaction entre le champ d'induction et les courants induits dans le rotor génère un couple sous l'effet duquel le rotor se met en mouvement.

II.3.4 Variateur de vitesse (ALTIVAR61) :

Un variateur de vitesses est un équipement électrotechnique alimentant un moteur Asynchrone, de façon à pouvoir faire varier sa vitesse de manière continue, de l'arrêt jusqu'a Sa vitesse nominale [5].

La figure ci-dessous montre le variateur (ALTIVAR61) utilisé dans la station de forage pour la commande des pompes émergées :



Figure II-10-Variateur de vitesse ALTIVAR 61

Vue leur utilité, ils sont devenus indispensables dans Toutes les industries.

a) Constitution et principe de fonctionnement d'un variateur de vitesse

Un variateur de vitesses est constitué d'un redresseur combine a un onduleur. Le redresseur va permettre d'obtenir un courant quasi continu. A partir de ce courant continu, l'onduleur (bien souvent à modulation à largeur d'impulsion ou MLI) va permettre de créer un système triphasé de tension alternative, dont on pourra faire varier la valeur efficace et la fréquence.

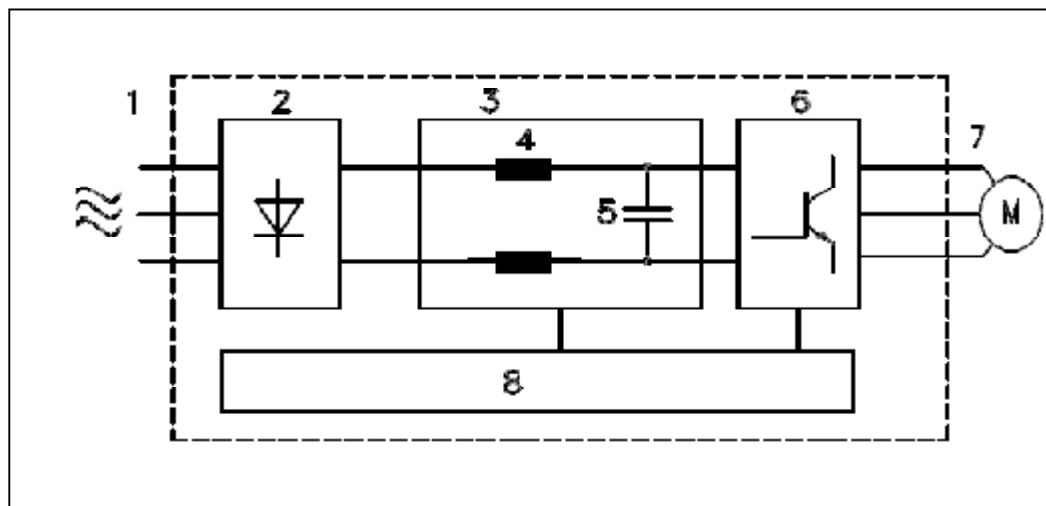


Figure II.11 : Schéma de principe d'un variateur de vitesse

1 : Tension secteur

3 x 200-240 V CA, 50/60 Hz

3 x 380-500 V CA, 50/60 Hz

2 : Redresseur

Un pont redresseur triphasé redresse le courant alternatif en courant continu.

3 : Circuit intermédiaire

Tension AC = tensions d'alimentation max en Volt.

4 : Bobines du circuit intermédiaire

Lissage de la tension du circuit intermédiaire et limitation des perturbations envoyées sur le secteur et d'autres composants (transformateur de puissance, câbles, fusibles et contacteurs).

5 : Condensateurs du circuit intermédiaire

Lissage de la tension du circuit intermédiaire.

6 : Onduleur

Convertit la tension CC en tension CA de fréquence variable.

7 : Tension moteur

Tension CA variable de 0 à 100 % de la tension d'alimentation.

Fréquence variable : 0,5-132/0,5-1000 Hz.

8 : Carte de commande

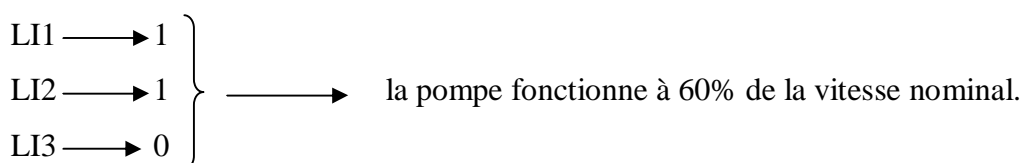
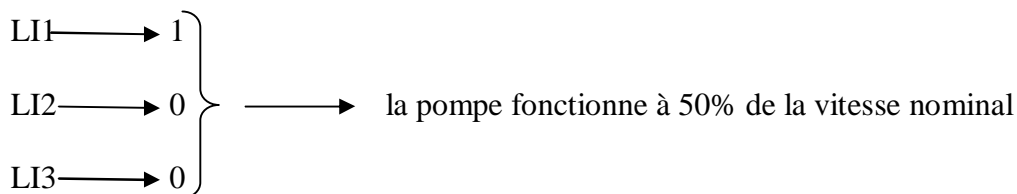
Dispositif de contrôle par microprocesseur du variateur de fréquence avec génération du profil d'impulsions par lequel la tension continue est convertie en tension alternative et fréquence variable.

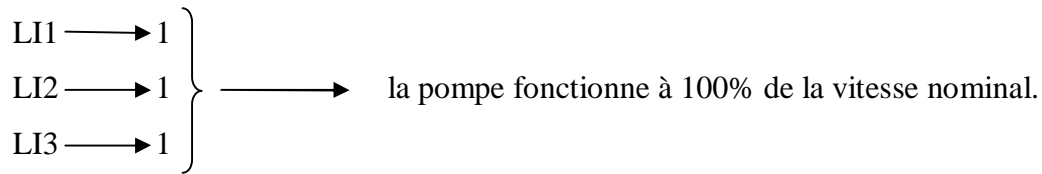
b) fonctionnement dans la station de forage

Le variateur de vitesse ALTIVAR 61 possède plusieurs entrées logiques LIx et analogique AIx pour notre projet nous avons programmé trois vitesses essentielles :

- Ø 50% de la vitesse nominal c.-à-d. 25Hz.
- Ø 60% de la vitesse nominal c.-à-d. 30Hz.
- Ø 100% de la vitesse nominal c.-à-d. 50Hz.

Pour programmer ces trois vitesses on utilise les entrées de commandes digitales faciles à manipuler. Pour chaque vitesse on associe une référence digitale LI1, LI2, et LI3.





En cas de désactivation de toutes les entrées digitales on aura un arrêt de la pompe.

II.3.5 Relais

Le relais est constitué d'une bobine alimentée par le circuit de commande, dont le noyau mobile ou la palette provoque la commutation de contacts pouvant être placés dans un circuit de puissance.

La construction d'un relais peut être très différente dans la pratique tandis que son fonctionnement reste en principe identique.

- Lorsqu'une tension se produit sur la bobine de relais via les contacts A1 et A2, un courant électrique circule dans les bobinages. Un champ magnétique se crée et place l'induit contre le noyau de la bobine.
- L'orifice de commutation 1 est relié à l'orifice de commutation 4.
- En l'absence de tension, l'induit est mis en position de sortie via un ressort.
- L'orifice de commutation 1 est relié à l'orifice de commutation 2.
- Un relais peut posséder plusieurs contacts de commutation qui sont activés simultanément.

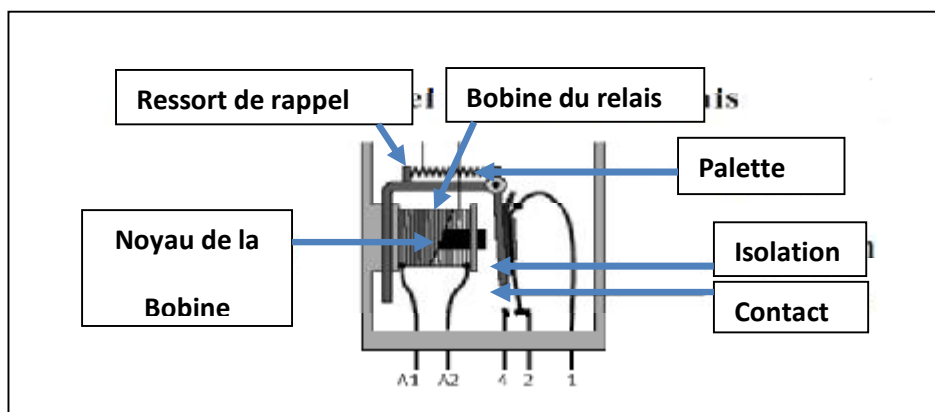


Figure II-12-Structure d'un relais

II .3.6 Contacteur

Le contacteur est un appareil mécanique de connexion commandé par un électro-aimant fonctionne par tout ou rien, il assure la commutation de puissance permettant de transfert ou l'interruption de l'énergie électrique en provenance du réseau vers le récepteur, et la protection

contre le manque et les chutes de tension le contacteur grâce a son électro-aimant remplit la fonction de commande a distance.



Figure II-13-un contacteur

II.3.7 Disjoncteur

Un disjoncteur est un appareil de protection, dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique. Il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation. Sa principale caractéristique par rapport au fusible est qu'il est réarma blé (il est prévu pour ne subir aucune avarie lors de son fonctionnement).



Figure II.14 : Un Disjoncteur

II.3.8 Les filtres

La filtration consiste à éliminer les impuretés de l'eau en la faisant passer à travers un média filtrant, On distingue essentiellement deux types de filtres (filtre a cartouche, filtre multi-poche).

a) Filtre à cartouche

Les filtres à cartouches **BW1**, de la famille ALPHA, sont fabriqués, sans utilisation de reliures, plastifiantes ou adhésives, à base de microfibres, composés de multiples couches de fibres successivement plus fins. Cette structure fortement poreuse et conique fournit des débits et des sorties élevées tout en maintenant une capacité de filtration extraordinaire (allant jusqu'à 1 μ m). [2].



Figure II.15 : Filtre à cartouche de la série BW1 [2]

Spécifications:

Grade de filtration: $1\mu\text{m}$

Pression différentielle : 2.1bars

Température d'utilisation : 90°C

b) Filtre multi-poche

Les filtres poche de la série BOS sont réalisés en une seule partie sans soudure avec de longues microfibrilles en polypropylène pur thermo soudées entre elles.



Figure II.16 : Filtre multi-poche de la série BOS POLYMICRO[6].

Caractéristiques :

- Construction en polypropylène pur à 100%.
- Performances reproductibles avec une efficacité importante (98%).
- Exécution en une seule partie sans soudure.
- Anneau moulé breveté avec poignées pour une mise en place et une extraction rapide et facile.

Spécifications:

Grade de filtration : -Taille1 : $5\mu\text{m}$

-Taille 2 : 10 μm

Pression différentielle : 2.41bars

Température d'utilisation : 95°C

Débit max : -Taille1 : 15m³/heure

-Taille 2 : 28m³/heure

II.4 Outils de communication

II.4.1 Système de périphérie décentralisée

Lors de la configuration d'une installation, les entrées et sorties situées entre le processus et l'automate programmable industriel (API) sont souvent centralisées dans ce dernier.

Lorsque les distances s'allongent entre les entrées/sorties et l'API, le câblage peut devenir très compliqué, voire confus, et les perturbations électromagnétiques ambiantes peuvent affecter la fiabilité de l'ensemble. Pour ce type d'installation, nous avons pensé à l'utilisation d'un système de périphérie décentralisée:

- La CPU de l'API se trouve au point central (salle de contrôle l'unité de production).
- Les systèmes de périphérie (entrées/sorties) fonctionnent de manière décentralisée sur le site concerné (les deux forages dans notre cas).
- Grâce à des vitesses de transmission élevées, le puissant PROFIBUS DP assure une Communication parfaite entre la CPU de l'API et les systèmes périphériques [6].

a) Qu'est-ce que PROFIBUS DP ?

PROFIBUS DP est un système de bus ouvert, utilisant le protocole de transmission "DP" (DP veut dire Périphérie Décentralisée).

D'un point de vue physique, le PROFIBUS DP est soit un réseau électrique basé sur un câble blindé à deux conducteurs, soit un réseau optique basé sur un câble à fibres optiques.

Le protocole de transmission "DP" permet un échange cyclique rapide de données entre la CPU de l'API et les systèmes de périphérie décentralisée.

b) le système de périphérie décentralisée (ET 200S)

Le ET 200S est un système de périphérie décentralisée à haute modularité et flexibilité permettant de relier les signaux du processus à une commande centralisée via un bus de terrain. La modularité des stations ET 200S favorise leur adaptabilité et leur extensibilité graduelle :

entrées/sorties TOR et analogiques, modules intelligents à fonction CPU, constituants de sécurité, départs-moteurs, dispositifs pneumatiques, variateurs de vitesse et divers modules technologiques.



Figure II.17 : Système de périphérie décentralisée ET200S

II.4.2 La fibre optique

II.4.2.1 Définition de la fibre optique

Une **fibre optique** est un fil en verre ou en plastique très fin qui a la propriété de conduire la lumière et sert dans les transmissions terrestres et océaniques de données. Elle offre un débit d'informations nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et supporte un réseau "large bande" par lequel peuvent transiter aussi bien la télévision, le téléphone, la visioconférence ou les données informatiques.

Le principe de la fibre optique a été développé dans les années 1970 dans les laboratoires de l'entreprise américaine Corning Glass Works [7].

II.4.2.2 Constitution physique de la fibre optique

Cette fibre qui est un guide d'onde et qui exploite les propriétés réfractrices de la lumière est habituellement constitué d'un cœur entouré d'une gaine, l'ensemble est généralement recouvert d'une gaine en plastique de protection. Elle transporte l'information numérique avec un haut débit (5Tbits /S) ($5 \cdot 10^{12}$ bits /S) sur une distance de 1500km.

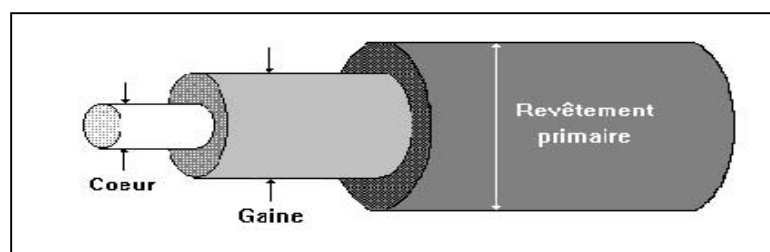


Figure II-18- Constitution de la fibre optique

II.4.2.3 Principe de fonctionnement d'une fibre optique

Le principe de base de la fibre optique repose sur le guidage d'un rayon lumineux par réflexion total, et elle se propage en zigzag le long de l'axe de la fibre, suite aux réflexions successives.

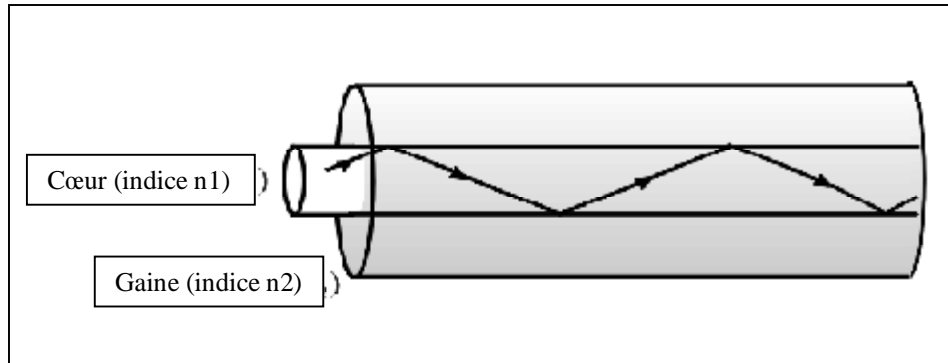


Figure II.19 : Principe de la transmission de la lumière par réflexion totale dans une fibre optique.

a) Le phénomène de réflexion total (principe de guidage)

Pour obtenir le phénomène de la réflexion total deux conditions doivent être réunis : Le rayon se trouve dans un milieu (cœur de la fibre) d'indice n_1 entouré d'un milieu d'indice n_2 (gaine de la fibre) avec $n_1 > n_2$:

$n_1 = (C/C_1)$ avec :

C : c'est la vitesse de la lumière 300 000km/s dans le vide

C_1 : c'est la vitesse de la lumière dans le milieu d'indice n_1

$n_2 = (C/C_2)$ avec :

C_2 : c'est la vitesse de la lumière dans le milieu d'indice n_2

L'angle d'incidence B du rayon lumineux avec le normal doit toujours être supérieure à **sinus (n_1/n_2)**.

Pour une valeur inférieure à l'angle d'indice il ya réfraction : le rayon quitte le milieu du guidage.

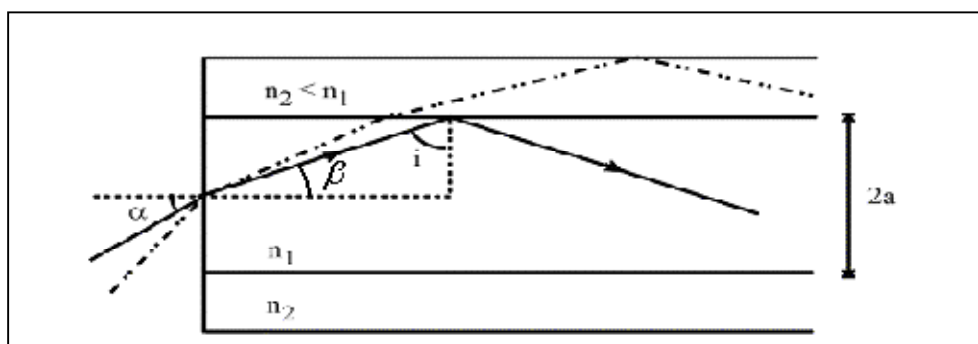


Figure II.20 : Propagation à travers une fibre à saut d'indice. L'angle α doit être inférieure à une valeur maximale,

II.4.2.4 Modes de transmission de la fibre optique

On distingue deux modes du signal optique [7] :

a) Fibre multi mode

Les fibres multi modes ont un diamètre de cœur important (de 50 à 85 microns). Un rayon lumineux pénétrant dans le cœur de la fibre, à une de ses extrémités, se propage longitudinalement jusqu'à l'autre extrémité grâce aux réflexions totales qu'il subit à l'interface entre le verre de cœur et le verre de la gaine.

Généralement utilisée pour de courte distance (réseaux LAN (Local Access Network) et MAN (Métropolitain Area Network)), il y a deux principaux type de fibre multi mode :

• A saut d'indice : (débit < 50 Mb/s)

• A gradient d'indice : (débit < 1 Gb/s)

b) Fibre monomode

Généralement utilisée pour les grandes distances, les **fibres monomodes** ont un diamètre de cœur (10 microns), faible par rapport au diamètre de la gaine (125 microns) et proche de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde de la lumière injectée. L'onde se propage alors sans réflexion et il n'y a pas de dispersion nodale.

Le petit diamètre du cœur des fibres monomodes nécessite une grande puissance d'émission qui est délivrée par des diodes-laser. On trouve ces fibres dans les réseaux MAN (Métropolitain Area Network) et WAN (World Access Network).

La figure II.21 montre la différence entre les trois types de fibre.

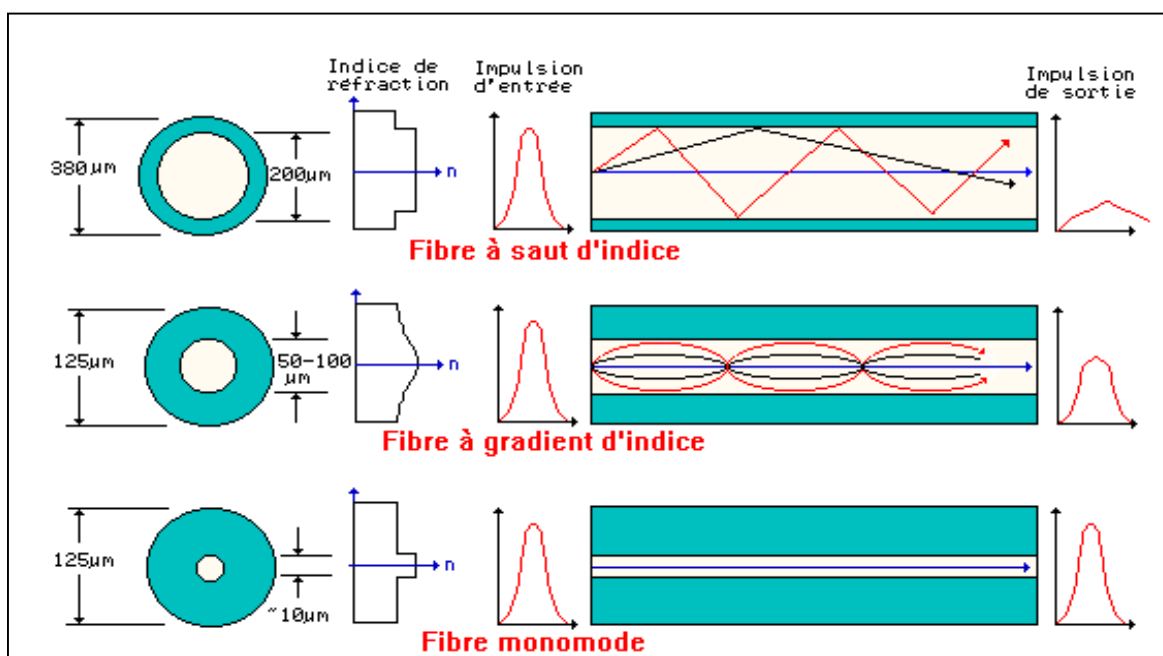


Figure II-21- La différence entre les trois types de fibre.

II.4.2.5 Avantages et inconvénients de la fibre optique

a) Les avantages

Les fibres optiques offrent de nombreux avantages pour les télécommunications. Parmi ses avantages on peut citer :

- **Pertes très faibles.** En fonction du type de fibre.
- **Bande passante très grande.** Grâce aux fibres optiques, on peut transmettre des signaux digitaux à 5 Tb/s sur des distances de 1500 km.
- **Immunité au bruit.** Les fibres optiques sont des isolants. La transmission dans la fibre ne sera donc pas perturbée par des signaux électromagnétiques externes. Il n'est donc pas nécessaire de prévoir un blindage électromagnétique coûteux. Cela représente un avantage particulièrement important dans les environnements industriels où les perturbations électromagnétiques sont fréquentes.
- **Résistance aux températures élevées et aux produits corrosifs.** Les fibres de verre résistent mieux aux produits corrosifs que le cuivre. De plus, les fibres en verre peuvent supporter des températures proches de 800°C, ce qui permet de résister au feu plus longtemps que les câbles en cuivre. Toutefois, d'autres parties du système de communication restent sensibles aux températures élevées (le revêtement protecteur en plastique, les connecteurs optiques, l'émetteur et le récepteur, ...)
- **Poids et dimensions réduites.** Le poids très faible des fibres par rapport à un câble en cuivre de la même capacité leur donne un avantage économique lors de l'installation. De plus, elles conviennent particulièrement bien aux installations soumises à des contraintes de poids ou de volume sévères, telles que les avions, les bateaux, ...
- **Isolation électrique.** Comme les fibres optiques sont isolantes, le contact accidentel entre deux fibres ne provoque pas de court-circuit et donc pas de dégâts à l'électronique associée. Par ailleurs, il n'y a aucun risque de d'étincelle, comme cela peut arriver avec les câbles en cuivre en cas de contact accidentel. Les fibres optiques peuvent donc être installées sans risque dans les atmosphères inflammables.

b) Les inconvénients

Par contre, il reste deux problèmes majeurs que les fibres optiques ne règlent pas, mais elles aident à les diminuer grandement.

Premièrement, il y a ce qu'on appelle l'atténuation, ou la perte de force du signal lumineux. Les ondes voyageant sous forme de flux dans une fibre ne sont pas toutes alignées et parallèles; elles ont toutes une même direction générale, mais n'ont pas toutes le même parcours. Ceci fait que

chaque onde ne se reflète pas au même moment et qu'il peut donc arriver que, à la suite de plis ou de virages dans le câble, une certaine quantité d'ondes lumineuses, ayant dépassé l'angle critique, soit perdue. La force du signal final est moindre que celle du signal initial dû à la perte de certaines ondes lumineuses.

Pour une fibre optique commerciale, l'atténuation est calculée en décibels par kilomètre (dB/km), soit la quantité de décibels perdus au cours d'un kilomètre, et peut varier de 0,5 dB/km jusqu'à 1000 dB/km pour un câble à noyau large.

Le deuxième problème majeur découlant aussi du non parallélisme des ondes est la dispersion. Si une onde voyage en zigzag, rebondissant d'un côté à l'autre du noyau, elle parcourt beaucoup plus de distance qu'une onde voyageant en ligne droite. En faisant un plus long parcours pour la même vitesse de propagation, elle prend du retard sur celle qui voyage en ligne droite. Ceci crée le phénomène d'allongement du signal, ou de dispersion dans le temps. Dans le cas où un deuxième signal serait émis trop rapidement derrière le premier, il pourrait se créer une superposition où le récepteur ne saurait plus différencier les deux signaux. On appelle largeur de spectre la fréquence maximale à laquelle on peut émettre des signaux successifs sans avoir de superposition.

Par contre, il est possible de réduire ce problème en réduisant le diamètre du noyau. De fait, plus celui est petit, moins les ondes voyageant en zigzag prennent de retard sur les autres, et plus la largeur de spectre peut être grande. (Fibres monomodes).

II.4.2.6 Conversion de signaux électriques en signaux optiques

Le transceiver optique a pour fonction de convertir des impulsions électriques en signaux optiques véhiculés au cœur de la fibre à l'intérieur des deux transceivers partenaires, les signaux électriques seront traduits en impulsions optiques par une LED et lus par un phototransistor ou une photodiode.

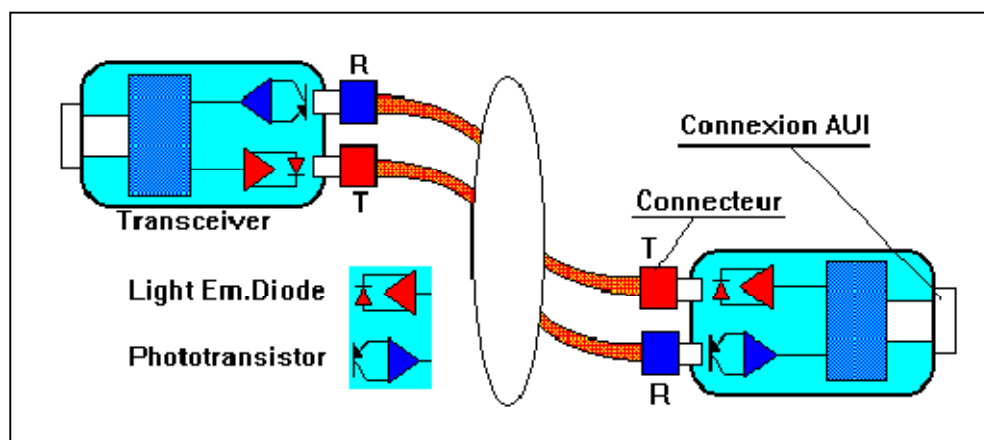


Figure II-22-: Convertisseur de signaux électriques en signaux optiques

L'émetteur : son rôle est de convertir le signal d'entrée en signal optique et de l'injecter dans la fibre. Il est généralement constitué d'un laser à semi-conducteur.

Un laser permet d'amplifier la lumière et de la rassembler en un faisceau étroit. Ceci rend la lumière d'un laser extrêmement directionnelle.

Le récepteur : il permet de convertir une puissance optique à une puissance électrique généralement la détection de la lumière se fait avec une photodiode ce détecteur est associé à un amplificateur pour former le récepteur.

🚦 Réseau optique avec OLM (Optical Link Modules)

Les modules de liaison optique OLM se prêtent à la réalisation d'un réseau optique selon une structure linéaire, annulaire ou en étoile.

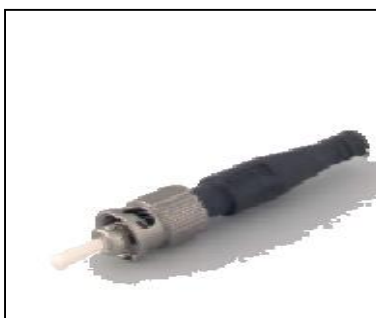
Par son universalité d'emploi, le module OLM fournit les moyens pour résoudre pratiquement tout problème d'automatisation.

La distance maximale entre deux OLM est de 15Km. La vitesse de transmission est réglable graduellement de 9.6 Kbits/s à 12 Mbits/s. [8]

II.4.2.7 Connecteurs de la fibre optique

Il existe de nombreux connecteurs pour la fibre optique. Les plus répandus sont les connecteurs **ST** (Suzanne-Thérèse) **figure II.22.a**, et **SC** (Suzanne-Catherine) **figure II.22.b**. Pour les réseaux FDDI **figure II.22.c** (Fiber Distributed Data Interface), on utilise les connecteurs doubles **MIC** (Media Interface Connector).

Il faut encore citer les connecteurs **SMA** (SubMiniature version A) à visser et les connecteurs **FCPC** (Fiber Connector Physical Connection) utilisés pour la fibre monomode



a) Connecteur ST



b) Connecteur SC



c) Connecteur FDDI ou MIC

Figure II-23 : Les Différents types de connecteurs de la fibre optique

II.4.2.8 Câbles à fibre optique

Les fibres optiques sont placées dans des câbles qui en assurent le conditionnement (plus ou moins de fibres enrobées dans des tubes ou des rubans), la protection mécanique et chimique.

La taille et le poids réduit des câbles à fibres optiques permettent des poses d'un seul tenant pouvant dépasser 4800 m contre seulement 300 m avec un câble coaxial en cuivre.

Pour tenir compte des contraintes de déroulage sur les voies ferrées, les tourets de câbles optiques de Tel cité sont limités à 2100 m.

Les principales structures de câble à fibres optiques sont :

- le câble à structure libre tubée (n fibres dans m tubes de protection libres en hélice autour d'un porteur central). La capacité type est de 2 à 432 fibres,
- le câble à tube central (n fibres libres dans 1 tube central, la rigidité étant assurée par des minis porteurs placés dans la gaine),
- le câble ruban à tube central (n fibres les unes à côté des autres dans m rubans dans 1 tube central). La capacité type est de 12 fibres par 18 rubans, soit 216 fibres. L'avantage de ce type de câble est de pouvoir souder simultanément la totalité des fibres d'un même ruban.
- le câble ruban à tubes libres (n fibres les unes à côté des autres dans m rubans dans p tubes libres en hélice autour d'un porteur central).



Figure II-24 : Câble à fibre optique

II.5 Conclusion

Dans ce deuxième chapitre, nous avons donné un aperçu sur l'ensemble des instruments et ceci en fonction des l'information qui nous sont procurée.

Il y a lieu de signaler que les instruments pris pour les deux stations sont en fonction de ce qui est disponible dans le magasin de l'unité. On a donné des détails sur la fibre optique qui sera l'outil de communication dans notre station.

Le chapitre suivant portera sur la modélisation de la station de forage par l'outil GRAFCET et la régulation de la station de pré-filtration on précisant les paramètres du régulateur.



Chapitre III :
Modélisation par l’outil
GRAFCET

III.1 Introduction

La conception d'un système automatisé industriel comporte un cahier des charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce système.

Pour un automaticien, la modélisation du système à commander constitue une phase cruciale dans tout le processus de conception des automatismes industriels.

Elle consiste à traduire le cahier des charges, élaboré en fonction des relations existantes entre la partie de commande et la partie opérative et des conditions d'utilisation et de fonctionnement, en une forme simple permettant de passer facilement à la programmation de l'automatisme. Pour modéliser un automatisme il faut s'appuyer sur l'un des outils de modélisation tel que les réseaux de pétri (**RDP**) et le **GRAFCET**. Pour la modélisation de la station de forage nous avons opté pour le **GRAFCET**, et cela pour les raisons suivantes :

- Ø **Simplicité** : la traduction du cahier des charges en modèle Grafcet se fait d'une manière très simple et sans ambiguïtés.
- Ø **Robustesse** : la puissance de cet outil de modélisation est reconnue à l'échelle internationale ;
- Ø **Facilité** par laquelle nous pouvons le transcrire en un programme implantable sur un automate programmable.

III.2 Définition d'un GRAFCET :

Un **GRAFCET** (**G**raphe fonctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition) est un langage graphique qui sert à décrire, étudier, réaliser et exploiter les automatismes industriels.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet).

Le GRAFCET est représenté par l'ensemble des éléments graphique suivant :

- Des étapes auxquelles sont associés des actions.
- Des transitions entre étape auxquelles sont associés des réceptivités.
- Des liaisons orientées entre les étapes et les transitions [9]

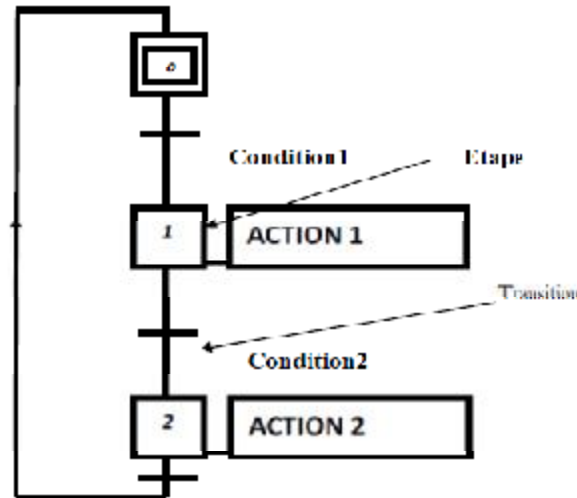


Figure III-1-Symbolisation d'un grafcet.

III.3 Niveau d'un Grafcet

III.3.1 Grafcet de niveau 1

Appelé aussi niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations, on associe le verbe à l'infinitif pour les actions.

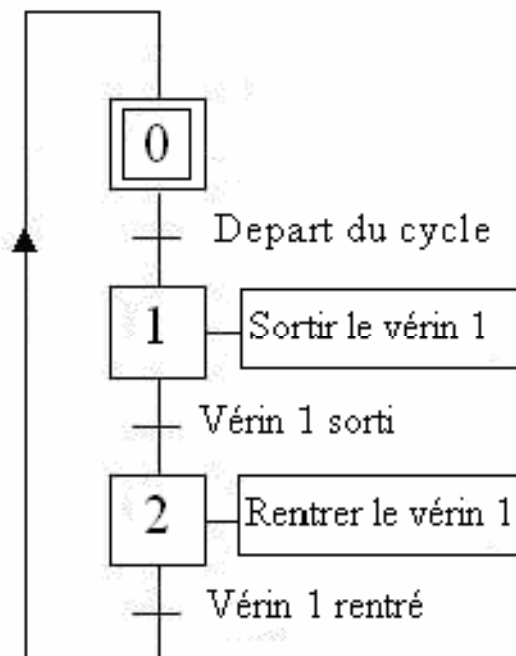


Figure III-2 : Grafcet niveau 1

III.3.2 Grafcet de niveau 2

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivité est écrite en abrégiation et non en mots, en associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

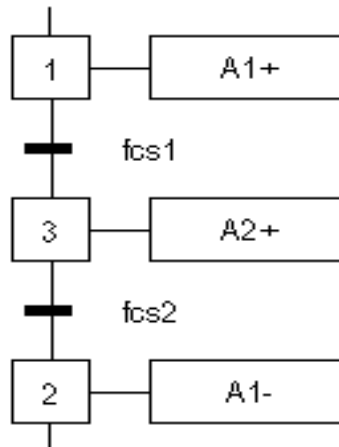


Figure III-3 : Grafcet Niveau 2

III.4 GRAFCET synchronisé

Le principe est de séparer le fonctionnement en plusieurs tâches, chacune gérée par un GRAFCET. La programmation est plus simple et permet d'optimiser le fonctionnement (plusieurs tâches peuvent s'exécuter en même temps). Il est cependant nécessaire d'assurer une synchronisation des différents GRAFCET. Pour cela on utilisera dans les réceptivités associées aux transitions l'état des étapes des autres GRAFCET.

Par convention on note l'état des étapes par un X suivi du numéro de l'étape.

III.4.1 GRAFCET maître/esclave

Ce type de synchronisation est très courant. Le principe est simple : un GRAFCET principale appelé 'maître' supervise le fonctionnement de l'ensemble ; un ou plusieurs GRAFCET dits 'esclaves' s'occupent chacun d'une tâche particulière. Un exemple explicatif est donné dans la section suivante voir (figure III.4)

III.4.2 Exemple de GRAFCET synchronisé

Les GRAFCET ci-dessous permettent de réaliser 2 perçages simultanément sur une pièce. Chaque perçage dure un temps différent. Chaque perçage est géré par un GRAFCET esclave.

1. Les GRAFCET esclaves (étapes initiales 20 et 30) attendent à leur première transition que l'étape 2 du GRAFCET maître soit active pour démarrer (X2).

2. Les GRAFCET esclaves enchaînent les étapes sans rien de particulier.
3. Quand le traitement des GRAFCET esclaves est terminé deux étapes supplémentaires (23 et 33), sans action, restent actives pour signaler au GRAFCET maître que le perçage est terminé.
4. L'état de ces étapes est utilisé dans une réceptivité du GRAFCET maître (X23.X33), pour qu'il puisse prendre en compte l'achèvement des deux perçages.
5. L'évolution du GRAFCET maître (désactivation de l'étape 2) permet aux GRAFCET esclaves de s'initialiser pour un prochain traitement (réceptivité X2).

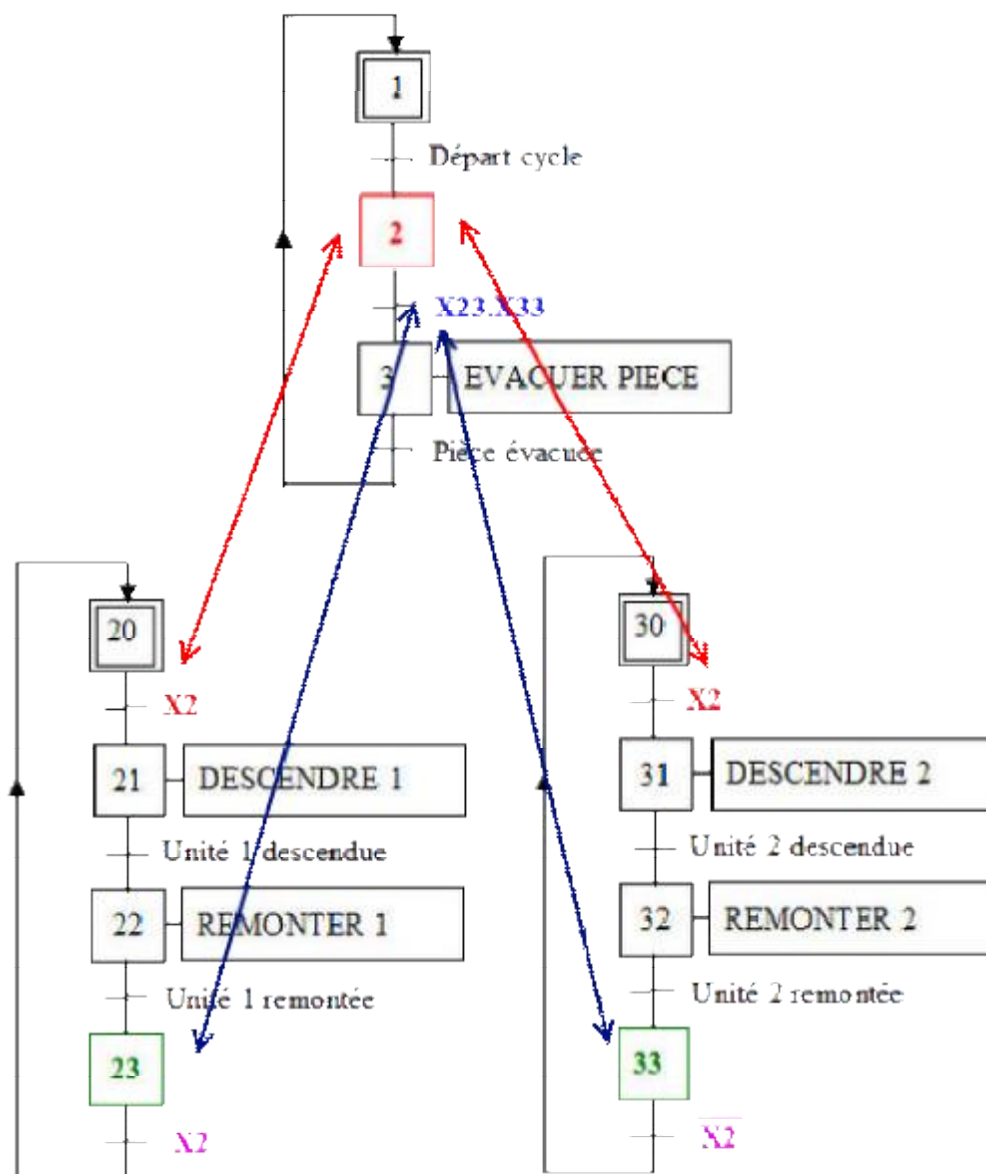


Figure III-4 : Exemple d'un Grafcet synchronisé

III.5 Application de GRAFCET pour modéliser la station de forage

Pour élaborer le modèle GRAFCET de la station de forage, nous l'avons d'abord décomposée en quatre parties essentielles.

- Ø Le premier forage.
- Ø Le deuxième forage.
- Ø Démarrage et arrêt de la première pompe de premier forage.
- Ø Démarrage et arrêt de la deuxième pompe de deuxième forage.

Grafcet niveau 1 de premier forage

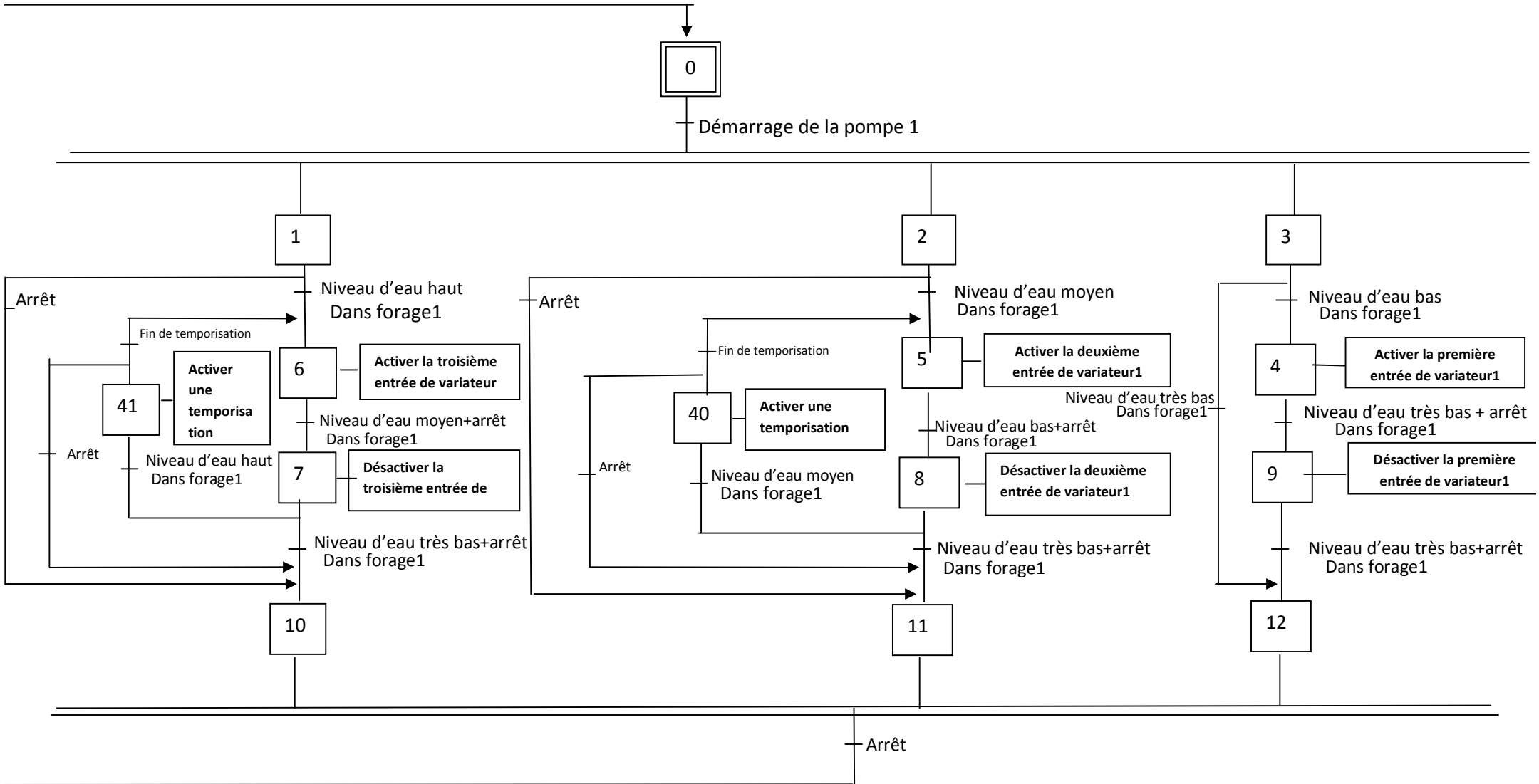


Figure III.6. Grafcet niveau1 de premier forage

Ø Grafcet niveau 1 de démarrage et arrêt de la première pompe

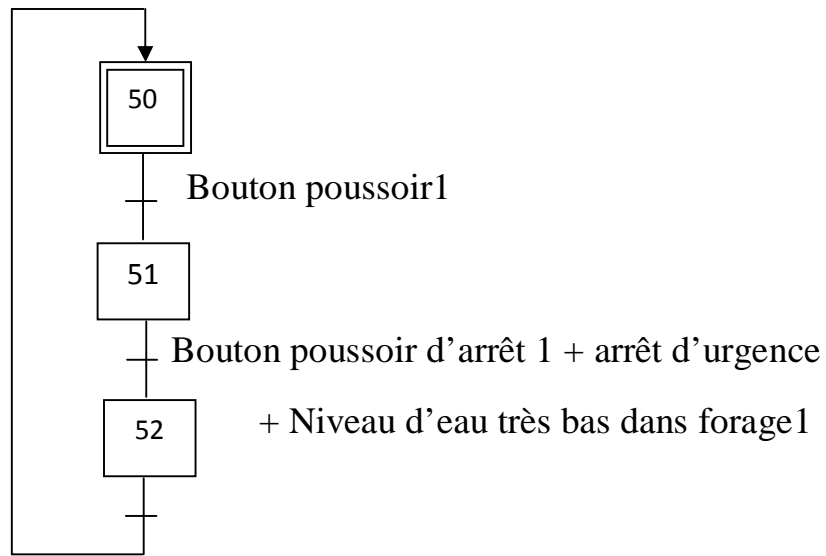


Figure III.7. Grafcet de démarrage et arrêt de la première pompe de premier forage

Ø Grafcet niveau 1 de démarrage et arrêt de la deuxième pompe

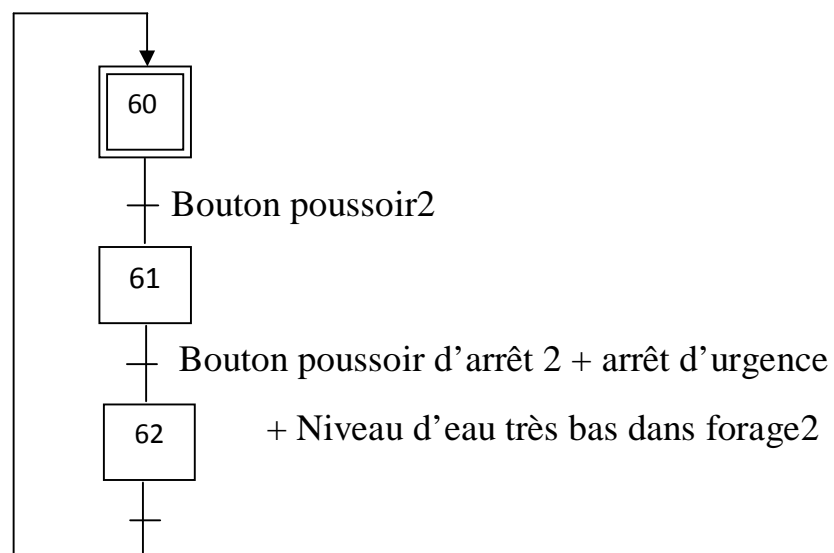


Figure III.8. Grafcet de démarrage et arrêt de la deuxième pompe de deuxième forage

Grafctet niveau 2 de premier forage

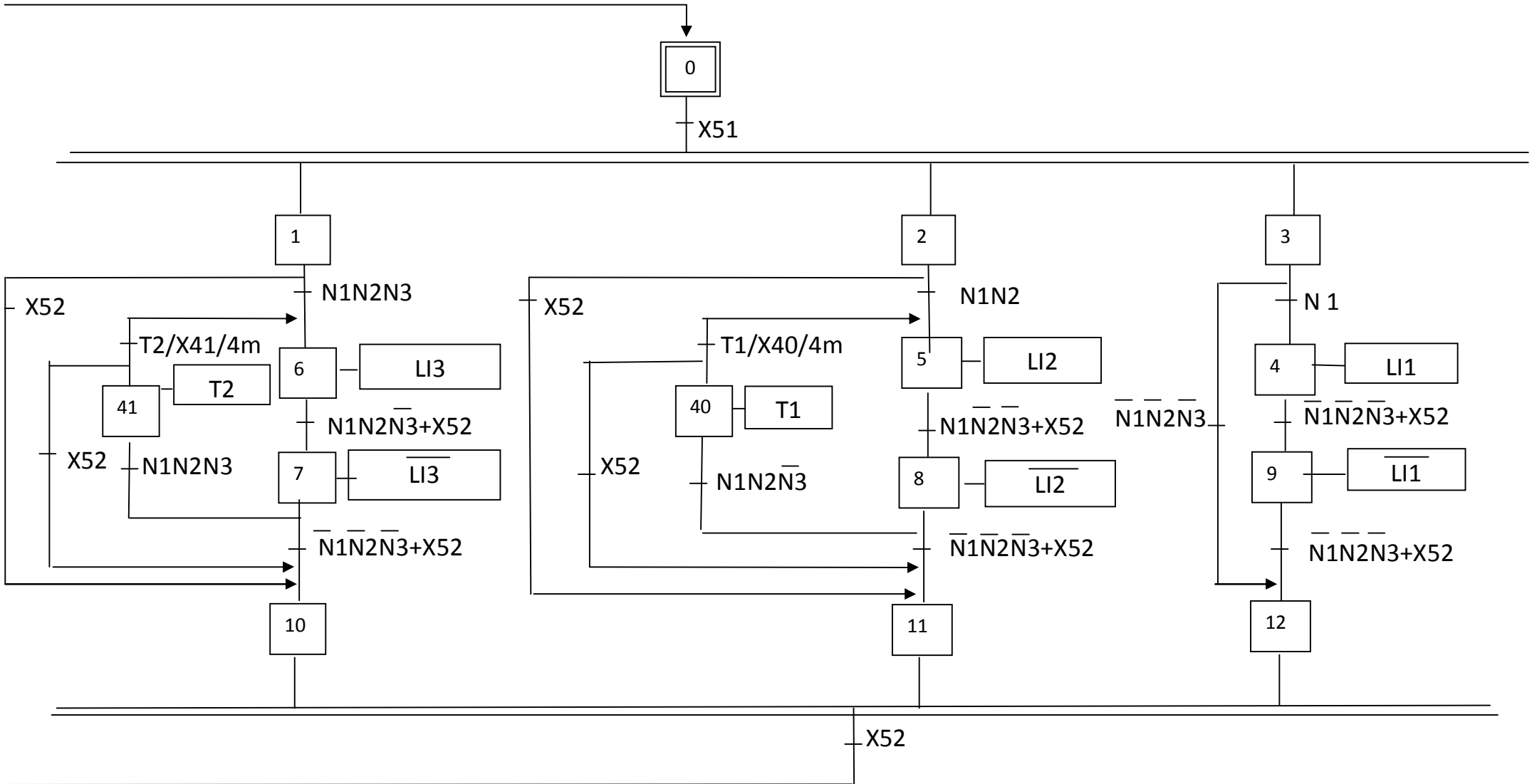


Figure III.9. Grafctet niveau 2 de deuxième forage

Grafcet niveau 2 de deuxième forage

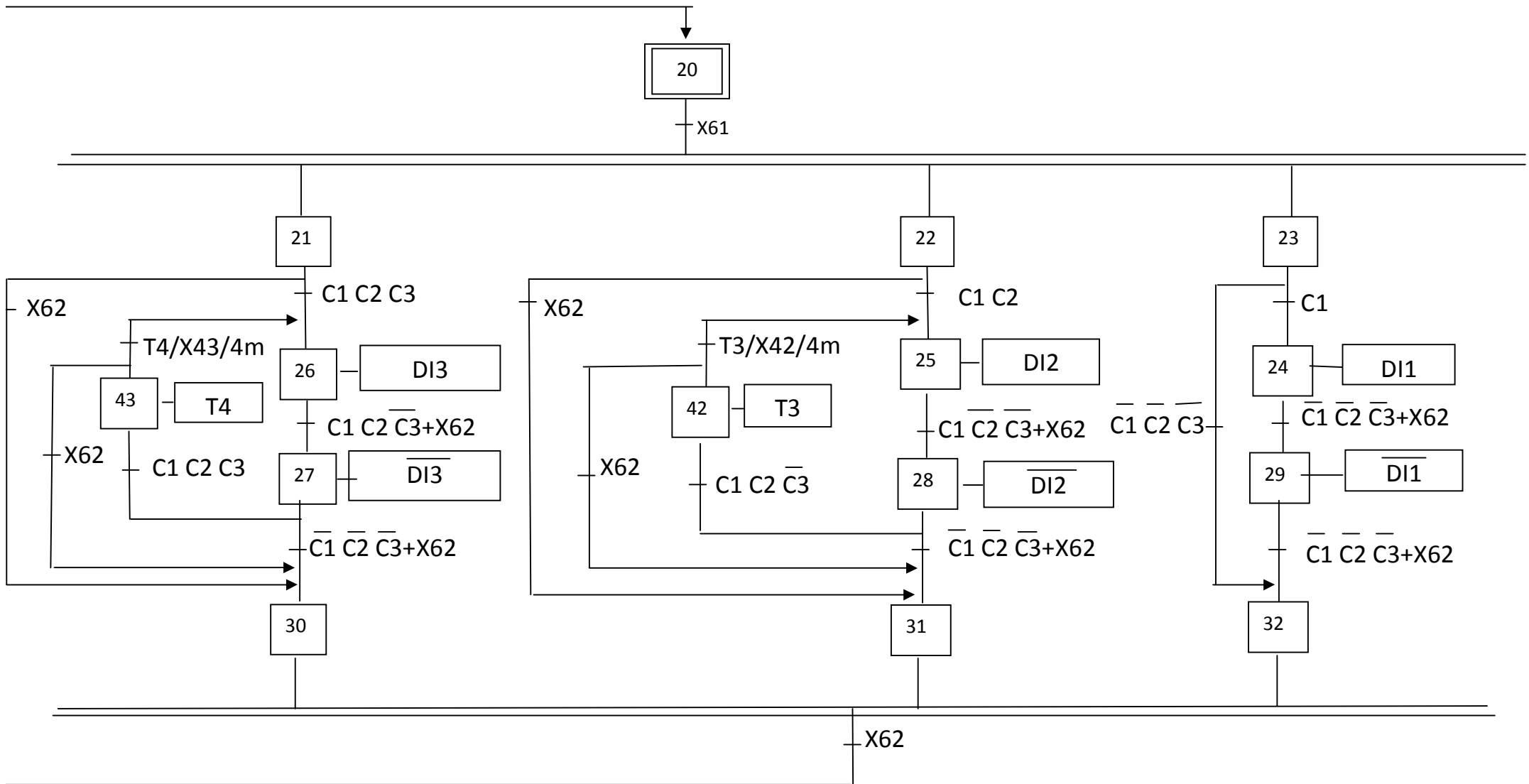


Figure III.10. Grafcet niveau 2 de deuxième forage

Ø Grafcet niveau 2 de démarrage et arrêt de la première pompe

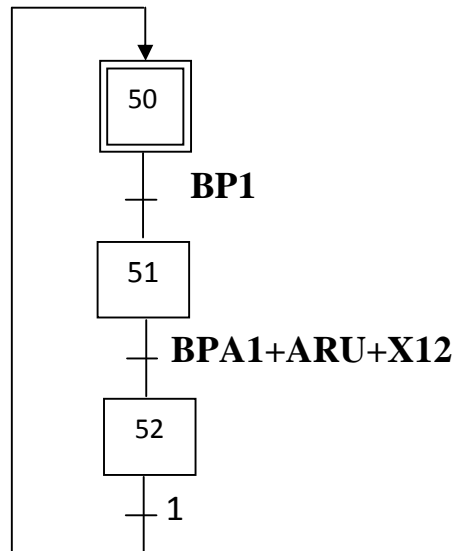


Figure III.11. Grafcet niveau 2 de démarrage et arrêt de la première pompe de premier forage

Ø Grafcet niveau 2 de démarrage et arrêt de la deuxième pompe

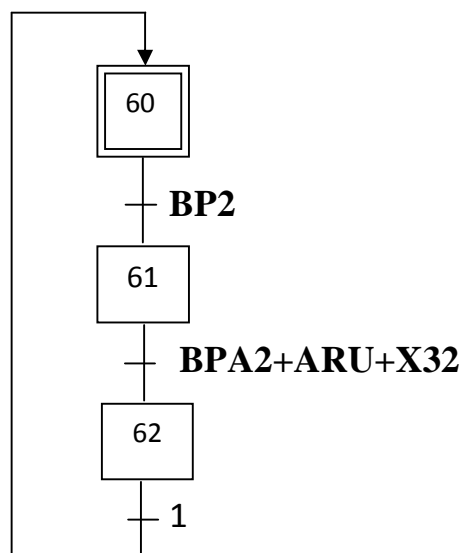


Figure III.12. Grafcet niveau 2 de démarrage et arrêt de la deuxième pompe de deuxième forage

III.6 La régulation

III.6.1 Définition de la régulation :

La régulation des procédés industriels regroupe l'ensemble des moyens matériels et techniques mis en œuvre dans le but :

- Maintenir une grandeur physique à régler (débit, pression, température) à une valeur désirée (Consigne), malgré les perturbations ou changements de consigne. Donc elle provoque une action correctrice sur la grandeur physique du procédé appelée grandeur régnante.
- Fournir à l'opérateur des informations (fonctionnement, alarmes visuelles ou sonores).

III.6.2 Objectifs de la régulation

- Stabiliser les systèmes instables.
- Augmenter la précision.
- Maitriser la qualité de production.

III.6.3 Structure d'un système de régulation automatique

Le schéma de la (figure III-13) fait apparaître les parties essentielles d'une boucle de régulation automatique

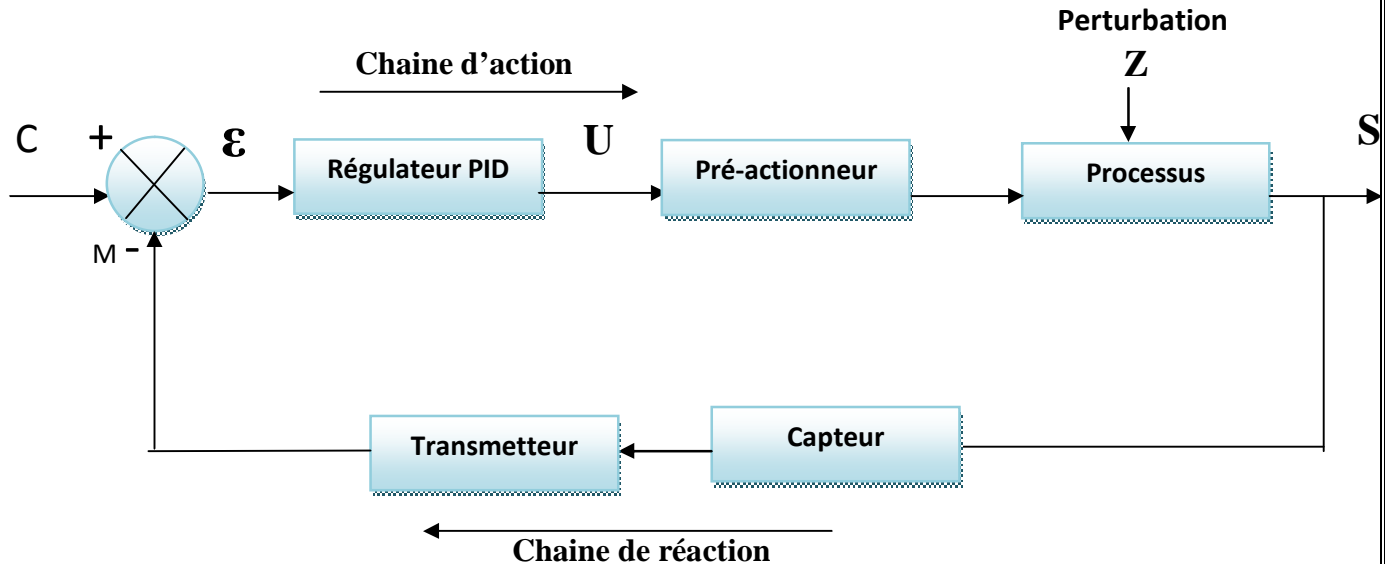


Figure III-13-boucle de régulation PID

C : Consigne

ϵ : Erreur

U : Signal de commande

Z : Perturbation

M : Mesure

III.6.4 Boucle de régulation de la station de pré-filtration

Les filtres ne peuvent pas supporter une grande pression, donc on doit commander l'ouverture des vannes modulantes d'une façon à avoir une pression de sortie (à l'entrée des filtres) inférieure à 3.5 bars. La pression sera mesurée par les capteurs de pression (PTC31) placés à l'entrée de chaque ligne de pré-filtration (après les vannes modulantes).

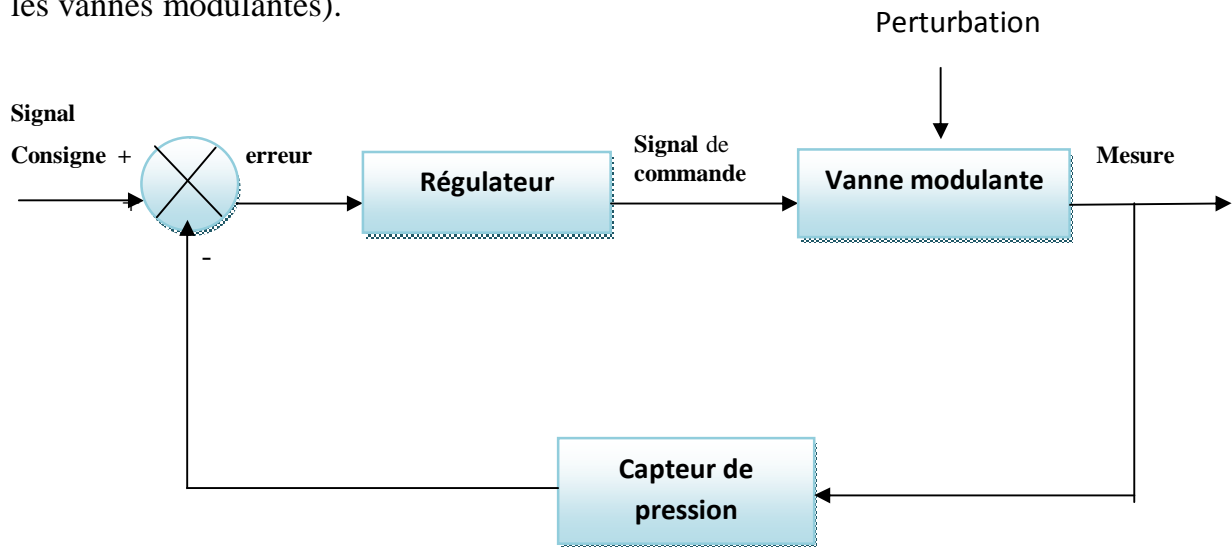


Figure III.14 : Boucle de régulation de la vanne modulante

III.6.5 Paramètres du régulateur PID

Pour l'obtention d'un résultat de régulation satisfaisant, le choix du type de régulateur est déterminant, le paramétrage de celui-ci n'en est pas moins important, il faut donc judicieusement choisir les constantes K_p , T_i et T_d .

Pour notre cas les paramètres de régulateur PID nécessaires d'assurer un bon résultat ont été déduits par tâtonnement pour exploiter ses paramètres qui sont respectivement :

- ù $K_p=1$ Coefficient de gain proportionnel.
- ù $T_i=500\text{ ms}$ Temps d'intégration.
- ù $T_d=0\text{ ms}$ Temps de dérivation.

III.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons élaboré le modèle Grafcet de notre station de forage, Ce modèle nous guidera pour la mise en œuvre de la solution en logique programmable, et nous avons donné un aperçu sur la boucle de régulation de la station de pré-filtration on précisant les paramètres du régulateur.

Mais avant de passer à la transcription du Grafcet et de la boucle de régulation en programme sous STEP7, il y a lieu de faire le point sur l'ensemble des matériels qui constituent un Automate Programmable Industriel (API), chose qui fera l'objet du prochain chapitre.



Chapitre IV :
**Elaboration de la solution
de commande**

IV.1 Introduction

Après avoir modélisé le fonctionnement de notre système par le GRAFCET, l'étape suivante consiste à concevoir le programme qui sera implanté dans l'API. Avant d'entamer la programmation, nous avons jugé nécessaire de présenter l'API utilisé et citer les critères sur lesquels notre choix est basé.

IV.2 Définition d'un Automate Programmable Industriel(API)

Un API(ou PLC programmable logique Controller) est un appareil électronique adapté à L'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande des pré-actionneurs et des actionneurs à partir d'informations logique et analogique.

✚ Les automates SIMATIC S7 :

La gamme SIMATIC S7 comprend les systèmes d'automatisation suivants :

- Ø S7-200: un micro-automate compact de l'entrée de gamme.
- Ø S7-300: un micro-automate modulaire de milieu de gamme.
- Ø S7-400: il couvre le haut et très haut gamme.

IV.3 Choix d'un automate

Pour choisir un automate programmable, l'automaticien doit préciser :

- Ø Le nombre et la nature des entrées et des sorties.
- Ø Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de L'unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.
- Ø La nature du traitement (temporisation, couplage...etc.).
- Ø Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- Ø La communication avec d'autre système.
- Ø La fiabilité et robustesse.

IV.3.1 Choix de S7-300

Conformément au nombre d'entrées (tous ce qui est capteurs ; interrupteurs, bouton Poussoir,... etc.) , Et de sorties (actionneurs : pompes, moteurs,...etc.), ainsi que leurs Correspondances (numérique, analogiques,...etc.) il faut penser à un API performant intégrant plus de modules d'entrées/sorties. Du fait l'API S7-300 répond parfaitement à cette flexibilité.

IV.3.2 Présentation du S7-300

L'automate S7-300 est fait partie de la famille SIEMENS. Il est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation.

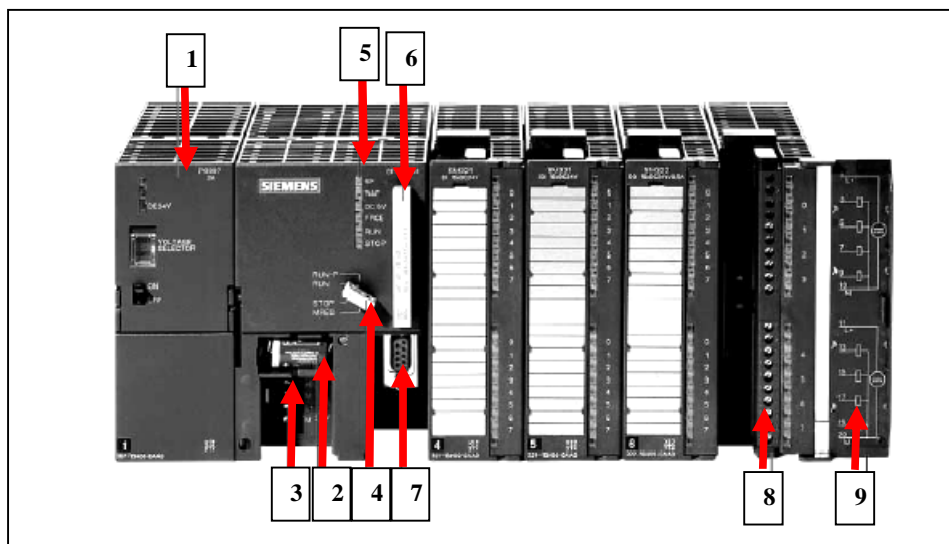


Figure IV-1 : API modulaire SIEMENS

- | | |
|----------------------------------------------|-------------------------------|
| 1- Module d'alimentation | 6- Carte mémoire |
| 2- Pile de sauvegarde | 7- Interface multipoint (MPI) |
| 3- Connexion au 24V cc | 8- Connecteur frontal |
| 4- Commutateur de mode (à clé) | 9- Volet en face avant |
| 5- LED de signalisation d'état et de défauts | |

La figure IV-2 montre la structure interne des API

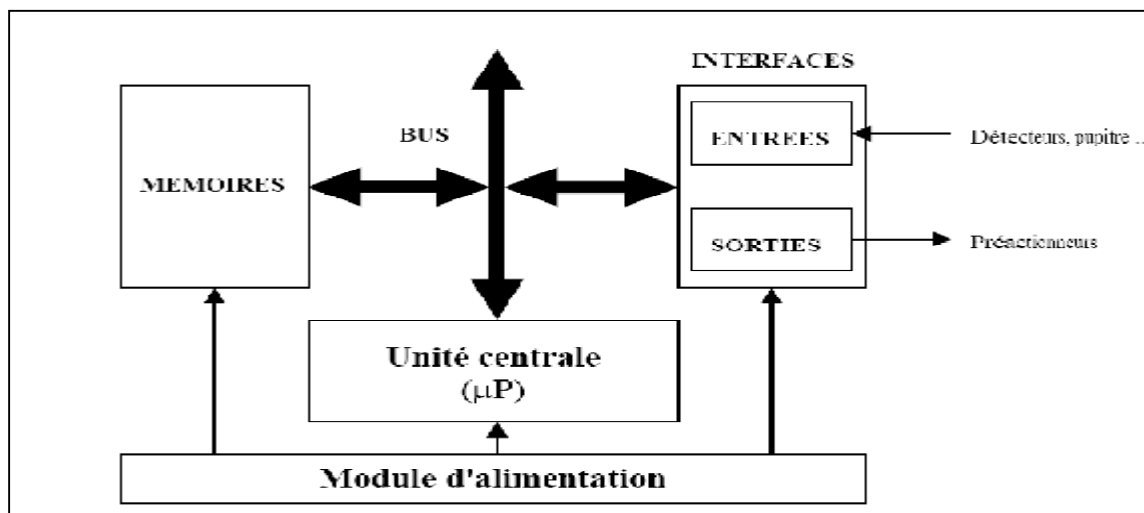


Figure IV-2 : Structure interne des API

IV.3.3 Modules constitutionnels de l'automate S7-300

a. Module d'alimentation (PS)

Le module d'alimentation convertit la tension secteur 220/380V AC en 24V DC nécessaire pour l'alimentation de l'automate. Pour contrôler cette tension une LED qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met à clignoter.

Les modules prévus pour l'alimentation de l'automate sont les suivants :

Désignation Courant de sortie Tension à la sortie Tension à l'entrée

PS 307 2A DC 24V AC 220/380V

PS 307 5A DC 24V AC 220/380V

PS 307 10A DC 24V AC 220/380V

b. Unité centrale (CPU)

Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes :

Ø CPU à utilisation standard: CPU 313, CPU 314...

Ø CPU avec fonctions intégrées: CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM.

Les fonctions intégrées permettent d'automatiser à moindre coût des tâches qui ne nécessitent pas la performance d'un module de fonction. La particularité de ces CPU c'est qu'elles sont dotées d'une EEPROM intégrée. La CPU 314 IFM dispose des fonctions intégrées suivantes :

La fonction intégrée fréquencemètre.

La fonction intégrée compteur.

La fonction intégrée compteur A/B.

Ø CPU avec interface PROFIBUS DP : CPU 315-2 DP, CPU 316-2DP et CPU 318-2DP.

Elles sont Utilisées pour la mise en place des réseaux.

Toutes ces CPU peuvent être utilisées uniquement comme DP maître ou esclave DP à l'exception de la CPU 318-2DP qui est utilisée uniquement comme maître DP.

c. Module de coupleur (IM)

Les coupleurs permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis (le châssis d'extension et le châssis de base) et le couplage entre les différentes unités. Ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autre périphérique et l'unité centrale est assurée. Pour la gamme S7-300, les coupleurs disponibles sont :

Ø IM 365: pour les couplages entre les châssis distant d'un mètre au maximum.

Ø IM 360/ IM361: pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distance.

d. Module de fonction (FM)

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes en calcul. On peut citer les modules suivants :

- Ø FM 354/FM 357: module de commande d'axe pour servomoteurs.
- Ø FM 353/FM 357: module de positionnement pour moteur pas-à-pas.
- Ø FM 355: module de régulation.
- Ø FM 350-1: module de comptage.

e. Module de communication (CP)

Les processeurs de communication (CP) réalisent le couplage point-à-point qui relie les partenaires de communication (automates programmables, scanner, PC,...etc.).

On peut citer les modules suivants : CP 340, CP 341,...

f. Module de signaux (SM)

Les modules de signaux (SM) servent d'interface entre le processus et l'automate.

Il existe des modules d'entrées, modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées et modules de sorties analogiques.

Ø Les modules d'entrée/sortie TOR (SM 321/SM 322)

Les modules d'entrée/sortie TOR constituent les interfaces d'entrée et de sortie pour les signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers, en utilisant si, nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion,...etc.).

Les modules d'entrée ramènent le niveau des signaux TOR externes, issus des capteurs, au niveau du signal interne du S7-300. Les modules de sortie transposent le niveau du signal interne du S7-300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou pré actionneurs.

Ø Les modules d'entrée/sortie analogiques

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

Les modules d'entrée analogique (SM 331) réalisent la conversion des signaux analogiques, issus du processus, en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300.

Les modules de sortie analogiques (SM 332) convertissent les signaux numériques internes (du S7-300) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré actionneurs analogiques.

Cependant les modules d'entrée/sortie analogiques (SM 334) réalisent les deux fonctions.

g. Module de simulation (SM 374)

Ce module spécial, offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement. Dans le S7-300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :

- ∅ Simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- ∅ Simulation d'état des signaux de sorties par des LED.

h. Châssis (rack)

Les châssis sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules.

IV.3.4 Caractéristique de l'automate S7-300

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- ∅ Gamme diversifiée de CPU.
- ∅ Gamme complète de modules.
- ∅ Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- ∅ Bus de fond de panier intégré au module.
- ∅ Possibilité de mise en réseau avec MPI PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- ∅ Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- ∅ Liberté de montage aux différents emplacements.
- ∅ Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

IV.4 Programmation avec le SIMATIC STEP 7

IV.4.1 Logiciel STEP 7

Le logiciel de programmation STEP 7 constitue l'outil standard pour les systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet à l'opérateur une utilisation simple et confortable de ses systèmes performants, ainsi que de programmer individuellement un automate.

IV.4.2 Langages de programmation

Le langage de programmation CONT, LOG et LIST pour S7-300/400 font partie du logiciel de base STEP 7.

- ∅ Le schéma à contact (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions est issue des schémas à relais. CONT permet de suivre facilement la trajectoire du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.
- ∅ Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les opérateurs de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec des portes logiques.

Ø La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complétée par quelques structures de langage évoluées (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données).

IV4.3 Structure d'un programme S7

Le logiciel de programmation STEP 7 permet de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes (blocs).

IV4.4 Blocs utilisateurs

Ces blocs destinés à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les blocs importants suivants :

a. Bloc d'organisation (OB)

Ce bloc est appelé cycliquement par le système d'exploitation, il constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs

b. Fonction (FC)

Elle contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Elle peut être utilisée pour :

Ø Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple: fonction mathématique).

Ø Exécuter une fonction technologique.

Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données.

c. Bloc fonctionnel (FB)

Il contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonction complexe, comme la commande de moteur (accélération,...etc.).

d. Bloc de données (DB)

Les DB sont des zones de données dans lesquelles, on enregistre les données utilisateur.

e. 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 système (FSB), les fonctions système (SFC) et les données système (SDB).

IV.4.5 Structure de notre programme

a) Configuration matériel

🔧 API (automate programmable industriel)

A partir du nombre d'entrées / sorties comptabilisées dans la station de pré-filtration on propose d'utiliser :

- . 1 module d'entrée numérique a 16 entrées
- . 1 modules de sortie numérique a 16 sorties
- . 2modules d'entrées analogique a 8 entrées
- . 1 module de sortie analogique a 8 sorties

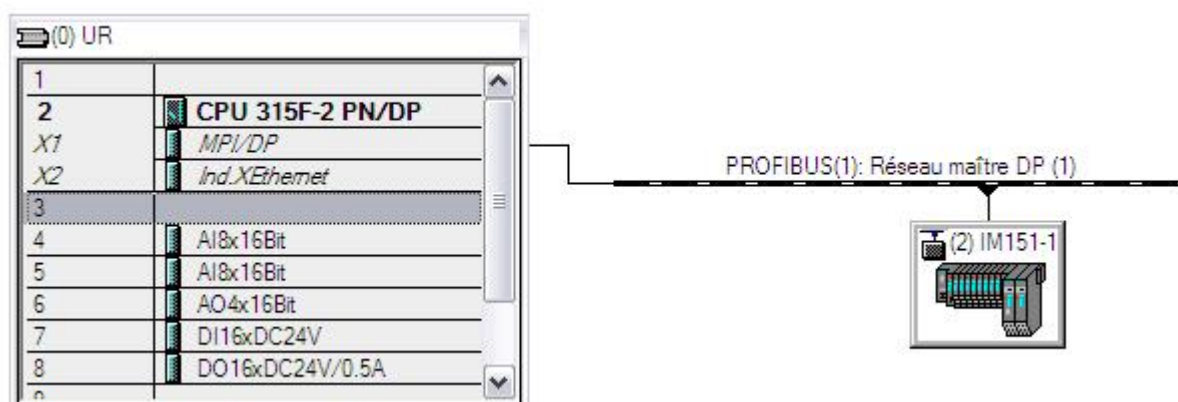


Figure IV.3. Configuration matériel de l'API

🔧 ET200S (système de périphérie décentralisée)

A partir du nombre d'entrées/sortie comptabilisées dans le forage on a proposé d'utiliser :

- . 2 modules d'entrées numériques à 4 entrées
- . 2 modules de sorties numérique de 4 sorties
- . 1 modules d'entrées analogique de 4 entrées

(2) IM151-1 Standard

Emplacement	Module	Référence	Entrée	Sortie	Commentaire
1	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA00-0AA0			
2	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD00-0AA0	8.0...8.3		
3	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD00-0AA0	9.0...9.3		
4	2AI 12WIRE ST	6ES7 134-4GB01-0AB0	280...283		
5	4DO DC24V/0,5A ST	6ES7 132-4BD01-0AA0		8.0...8.3	
6	4DO DC24V/0,5A ST	6ES7 132-4BD01-0AA0		9.0...9.3	
7					
8					

Figure IV-4- Configuration matériel de système de périphérie décentralisée

b) Les différents blocs qui constituent notre programme

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

Pour les automatismes complexes, ce qui est le cas, la subdivision en parties plus petites est recommandées, celles-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs de programmation structurée. Cette structuration offre les avantages suivants :

- ✚ Faciliter la mise en service et écrire des programmes importants d'une manière claire.
- ✚ Standardiser certaines parties du programme;
- ✚ Simplifier l'organisation du programme;
- ✚ Modifier facilement le programme;
- ✚ Simplifier le test du programme, car on peut l'exécuter partie par partie;
- ✚ Facilite le diagnostic et la maintenance

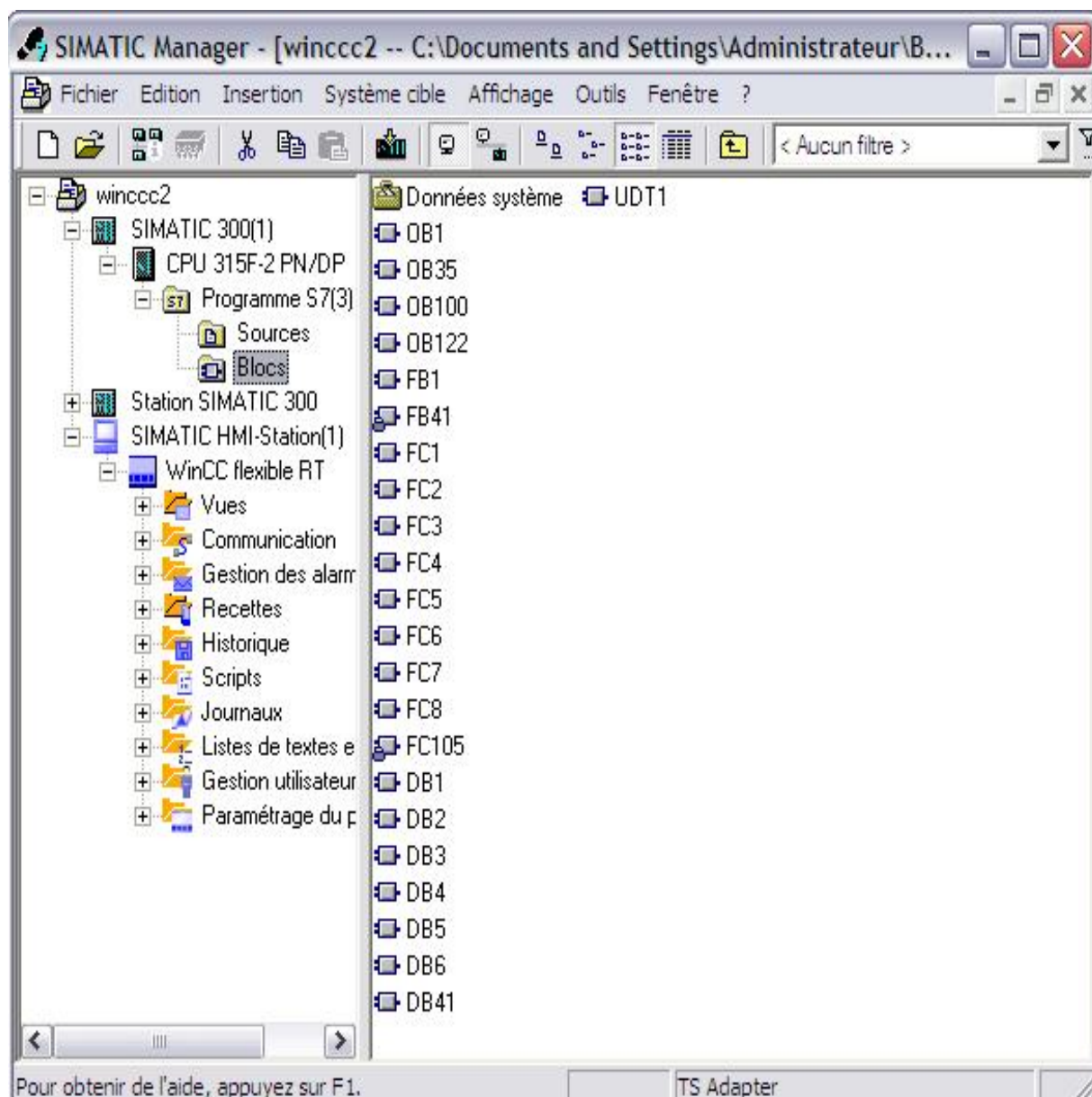


Figure IV-5-les différents blocs qui constituent notre programme

La structure hiérarchique des blocs du modèle élaboré pour la commande et le contrôle de la station de forage et pré-filtration est illustrée dans la figure suivante :

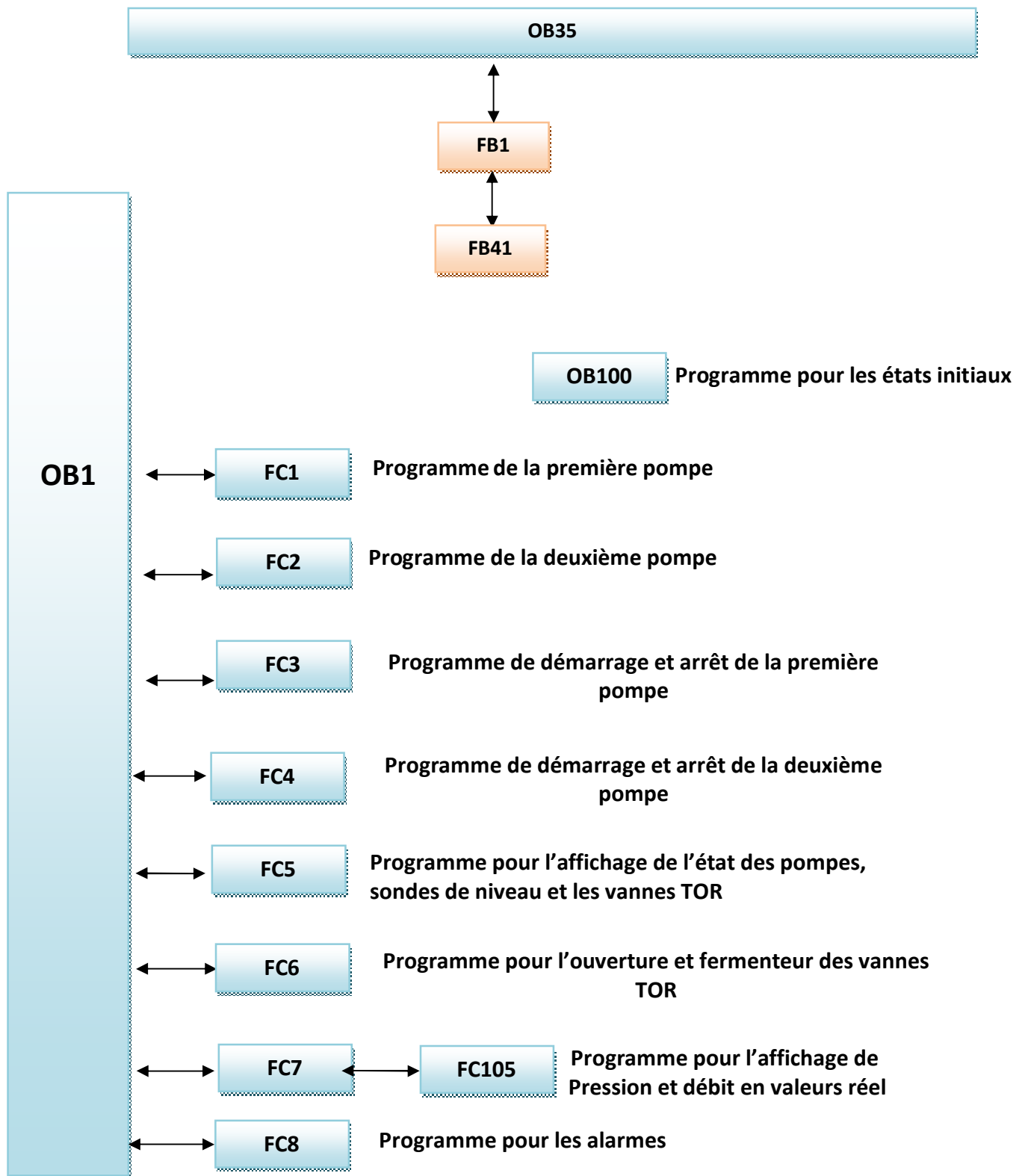


Figure IV- 6-Structure hiérarchique des blocs de la solution élaborée.

- **OB1** : il constitue l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur, il est appelé par le système d'exploitation et il gère le traitement cyclique des différents réseaux quand il s'agit d'une programmation linéaire et différents blocs quand il s'agit d'une programmation structurée.
- **OB100** : c'est un bloc pour activer les étapes initiales, la mise en tension de l'API permet de faire appel au bloc OB100 après 3 seconde.
- **FC** : le bloc FC est un bloc sans mémoire dont on peut programmer une partie du processus, ce bloc est appelé par le bloc OB1 à tout moment ou la tâche programmée dans ce bloc doit s'exécuter.
- **DB1** : le bloc de données pour la régulation de la vanne modulante A
- **DB2** : le bloc de données pour la régulation de la vanne modulante B
- **FC105** : c'est un bloc qui permet l'acquisition des signaux analogiques.

La Figure IV-7- montre ce bloc FC105

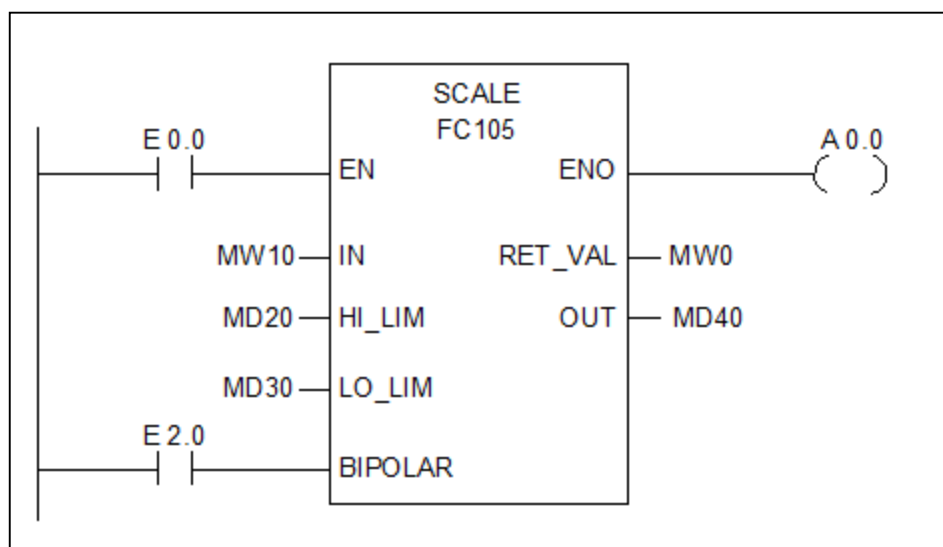


Figure IV-7 : bloc fonctionnel FC105

EN : entrée de validation du block

IN : entrée du mot WORD ou le signal analogique et stocker dans la zone mémoire appropriée.

HI_LIM, LO_LIM : c'est pour la normalisation de l'étendue de mesure (exemple : pour un Capteur de pression de 0 à 100 Bars ; HI_LIM = 100 et LO_LIM=0)

BIPOLAR : pour agrandir la résolution du captage, une technique est mise en place ; elle consiste à doubler la plage de mesure en prenant en considération les valeurs négatives indiquées par le mot WORD (il suffit de mettre BIPOLAR à 1).

- **Illustration de la notion BIPOLAR**

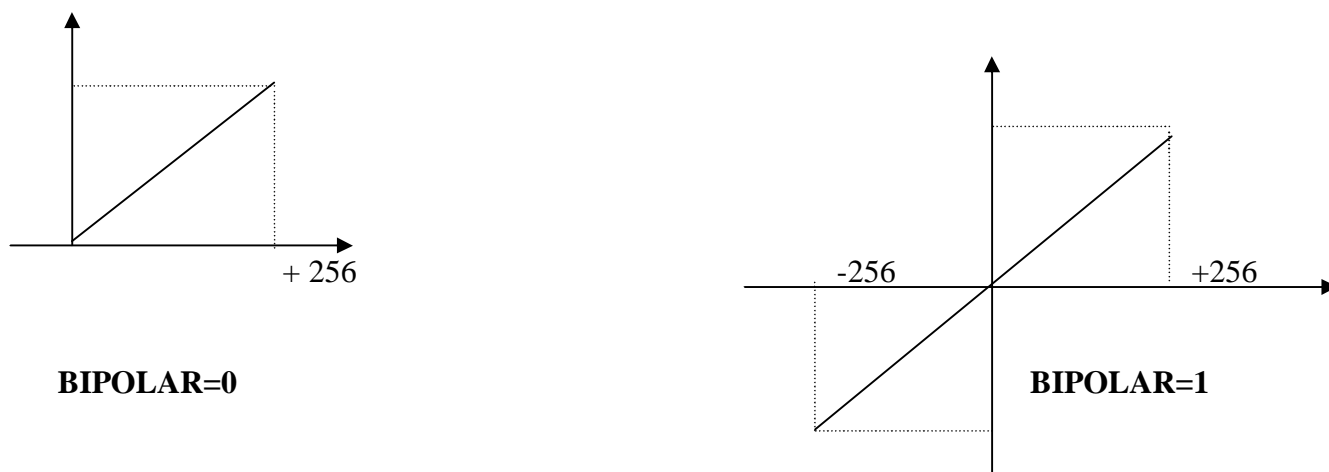


Figure IV-8-Schéma illustratif de la notion bipolaire

IV.5 Configuration de régulateur PID sous step7

Le rôle principal de ce régulateur qui sera paramétré dans le programme STEP7 est de contrôler l'ouverture et la fermeture des vannes modulantes qui se trouvent à l'entrée de chaque ligne de pré-filtration.

Le STEP7 renferme Dans sa bibliothèque plusieurs blocs qui font la régulation des processus de différentes manières. On peut citer :

- Ø Le bloc **FB 41** « CONT_C » pour la régulation continue ;
- Ø Le bloc **FB 42** « CONT_S » pour la régulation pas à pas ;
- Ø Le bloc **FB 43** « PULSEGEN » pour la régulation à sortie impulsion ...etc.

Comme dans la station de pré-filtration, la régulation de la pression utilise une grandeur d'entrée continue (signal 4...20 mA issu du capteur de pression) et une grandeur de sortie continue (signal 4...20mA) donc notre régulation est continue et le bloc qui assure cette régulation dans step7 est le bloc **FB41**.

A. Description du bloc FB41

Le bloc FB 41 « CONT_C » (continuous Controller) sert à réguler des processus industriels à grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les API SIMATIC S7. Le paramétrage nous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système régulé.

Pour notre cas, les principaux paramètres dont on aura besoin sont :

- ü **Reset** : pour réinitialiser le régulateur.
- ü **Man_on** : pour sélectionner le mode manuel de régulateur.

- ü **P_sel** : Sélection de l'action proportionnelle
- ü **I_sel** : Sélection de l'action intégrale.
- ü **D_sel** : Sélection de l'action dérivée
- ü **Cycle** : le temps d'exécution de régulateur
- ü **SP_int** : la consigne
- ü **PV_int** : la mesure
- ü **Man** : la consigne manuelle
- ü **Gain** } paramètres du régulateur
- ü **TI** }
- ü **TD** }

La figure IV-9 montre la configuration de notre bloc FB41

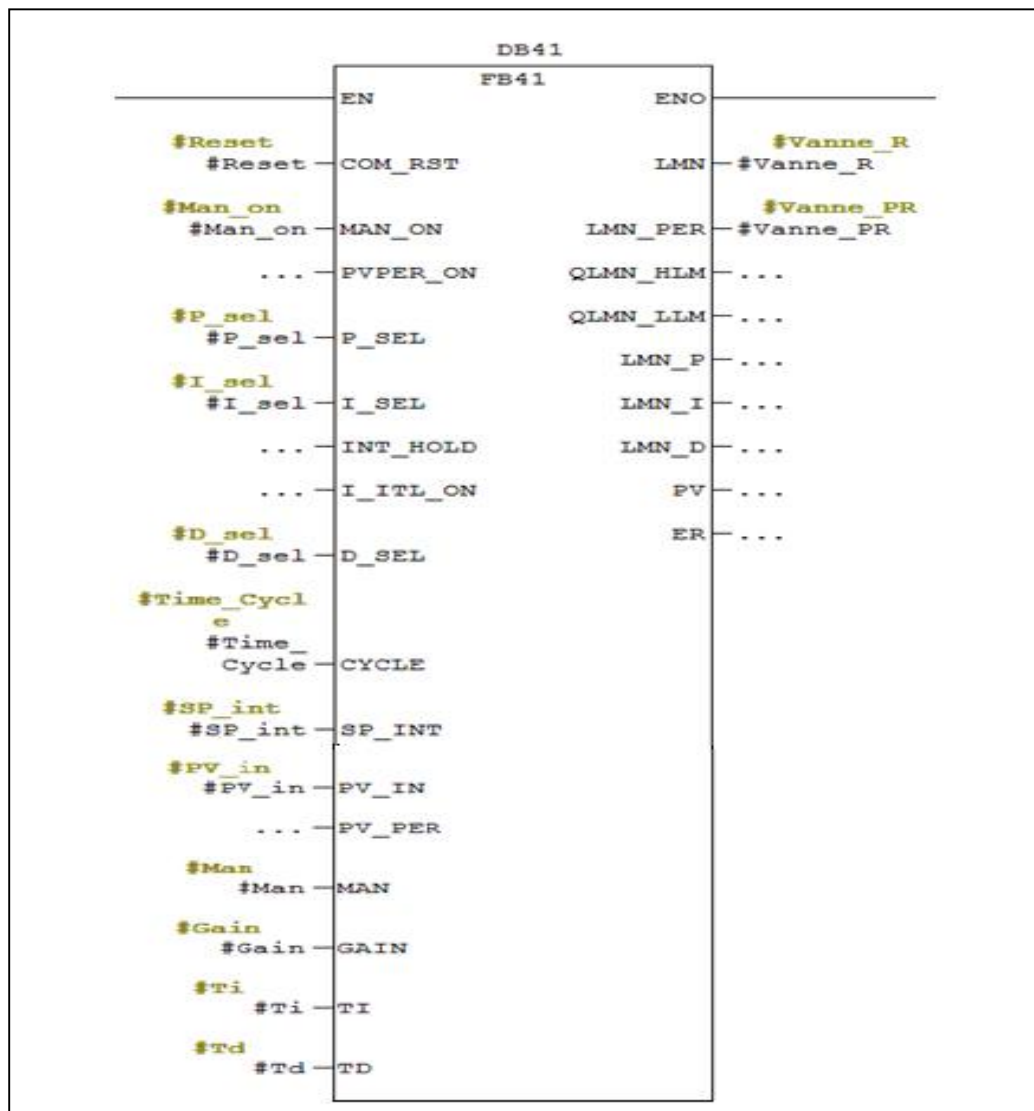


Figure IV.9. Configuration de notre bloc FB 41

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre l'automate programmable industriel en général puis l'automate S7-300 a été choisi comme solution adéquate et extensible, facile à adapter aux diverses conditions et nous avons aussi donné les blocs que notre solution possède. Une plate forme de supervision sous WinCC pour voir le fonctionnement des stations en temps réel, et l'opérateur a toutes les informations nécessaires pour le bon déroulement de la station.

Chapitre V :

Plate forme de Supervision a l'aide de l'outil WinCC

V.1 Introduction

Les concepts d'automatisation modernes ont des exigences sans cesse croissantes en matière de visualisation des processus. Plus particulièrement, il est impératif que la conduite de processus au niveau machine fournisse une réponse adaptée aux besoins de simplicité et de performance. L'objectif est de présenter rapidement et de manière fiable des données de processus immédiatement compréhensible par l'opérateur. Par exemple sous forme d'une courbe graphique. De plus, l'opérateur attend de plus en plus des représentations de processus qui permettent de simplifier l'affectation au processus réel, grâce à des vues préalables créées et configurés l'aide d'un superviseur (logiciel de supervision) qui est entité capable de représenter à l'opérateur des informations utiles, afin qu'ils prennent à temps les bonnes décisions pour la conduite du procédé, il est devenu facile pour l'opérateur de conduire et de superviser les procédés les plus complexes.

Le poste de commande (supervision) se situe au plus haut niveau de la hiérarchie de fonction de production, il est donc essentiel présenter une visualisation simplifier et adaptée du processus.

V.2 Présentation du logiciel WinCC flexible 2008

WinCC Flexible 2008 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, WinCC Flexible permet de disposer d'un logiciel d'ingénierie pour tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI, du plus petit pupitre Micro jusqu'au Multi Panel ainsi que d'un logiciel de supervision Runtime pour les 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. Grâce à des logiciels et à des projets multilingues, WinCC Flexible peut être utilisé dans le monde entier.

WinCC Flexible comprend des outils d'ingénierie innovants pour la configuration cohérente de tous les terminaux d'exploitation SIMATIC HMI. Il apporte une efficacité de configuration maximale : des bibliothèques contenant des objets préconfigurés, des blocs d'affichage réutilisables, des outils intelligents allant jusqu'à la traduction automatisée des textes dans le cadre de projets multilingues.[10].

V.3 Outils intelligents au service d'une configuration efficace

WinCC flexible met à votre disposition toute une série d'outils intelligents qui rationalisent la configuration. Avec l'assistant de projet, par exemple, vous pouvez réaliser au

moyen de peu de données utilisateur un projet de base avec une fonction de navigation et des vues système. On est guidé à travers la navigation par différentes boîtes de dialogue où vous avez la possibilité de sélectionner les objets souhaités puis de créer le projet sur pression d'une touche. Il va de soi que vous pourrez changer le cas échéant manuellement les réglages opérés dans l'assistant de projet.

V.3.1 Interface utilisateur

Le logiciel renferme divers éditeurs et outils permettant d'accomplir de multiples tâches de configuration :

1. La fenêtre de projet pour la représentation de la structure du projet (arborescence) et sa gestion,
2. La boîte à outils avec différents objets et l'accès à la bibliothèque des objets,
3. La fenêtre d'objets permettant la sélection d'objets déjà créés (et leur copie dans l'image par glisser-lâcher),
4. La zone de travail dans laquelle il est possible de créer des vues (graphiques et animations),
5. La fenêtre des propriétés pour le paramétrage des objets dans la zone de travail.

V.3.2 Intégration dans SIMATIC step7

La gestion des projets s'effectue par le gestionnaire SIMATIC Manager qui est une composante de STEP 7. Le SIMATIC Manager donne accès à tous les objets de WinCC flexible. Par exemple créer, copier ou effacer des terminaux IHM tout comme des objets IHM individuels, tels que des images ou recettes. Pendant la configuration, on accède directement à la table des mnémoniques et aux blocs de données STEP 7 qu'ont a définis au moment de l'établissement du programme d'automate.

V.3.3 Gestion des utilisateurs et protection d'accès

Au besoin, il est possible d'activer une protection d'accès. Des groupes d'utilisateurs dotés de droits spécifiques peuvent être configurés. Pour réaliser certaines opérations, l'utilisateur doit se connecter au système IHM par un identifiant et un mot de passe.

V.3.4 Fonctionnalité RUNTIME

Pour des plates-formes PC, l'exécutif SIMATIC WinCC flexible est disponible en tant que produit autonome. Le logiciel offre toutes les fonctions requises pour la conduite et la supervision au niveau machine :

- Gestion des utilisateurs et protection d'accès (groupes d'utilisateurs, mots de passe, droits).
- Gestion centralisée des utilisateurs sur l'ensemble de l'installation.

- Interface utilisateur conforme à Windows prenant en charge diverses langues.
- Représentations de process avec graphiques vectoriels, champs d'ES, paragraphes, courbes, etc.
- Système de gestion de messages avec classes configurables, fonctions d'acquiescement et d'archivage.

V.3.5 Alarmes et messages

Le système de signalisation indique directement sur le poste opérateur les événements ou états survenus dans l'installation ou pendant le processus.

Pour l'affichage de messages sur l'écran, vous pouvez utiliser des affichages de messages configurables.

V.3.6 Exemple de configuration de graphiques :

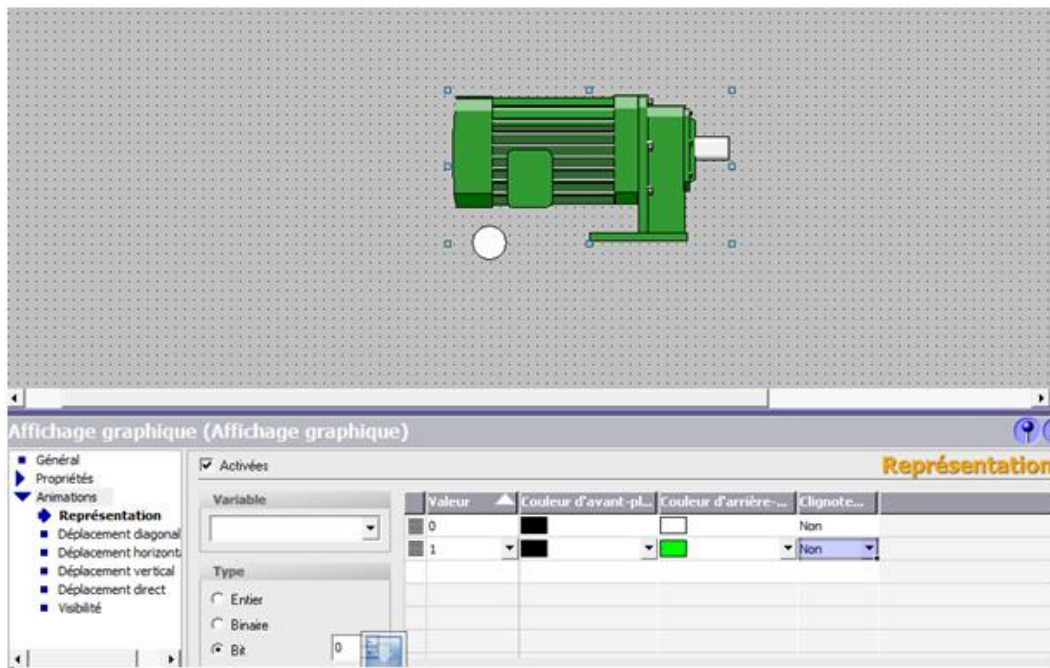


Figure V-1 : exemple de configuration de graphique

En cliquant sur le graphique, la fenêtre propriétés du graphique apparaît :

1. General : propriétés générales du graphique
2. Propriétés : ici on peut modifier l'aspect du graphique
3. Animation : suivant une variable le graphique peut changer d'aspect ; couleur visibilité, clignotementetc.

V.3 Les différentes vues de nos stations

Nous avons programmés cinq vues de supervisions qui permettent à l'opérateur d'avoir toutes les informations nécessaire sur les deux stations :

- 1-Vue de forage
- 2-Vue de la station de pré-filtration
- 3-Vue de la régulation de la vanne modulante A
- 4-Vue de la régulation de la vanne modulante B
- 5-Vue d'alarme

1- Vue de forage

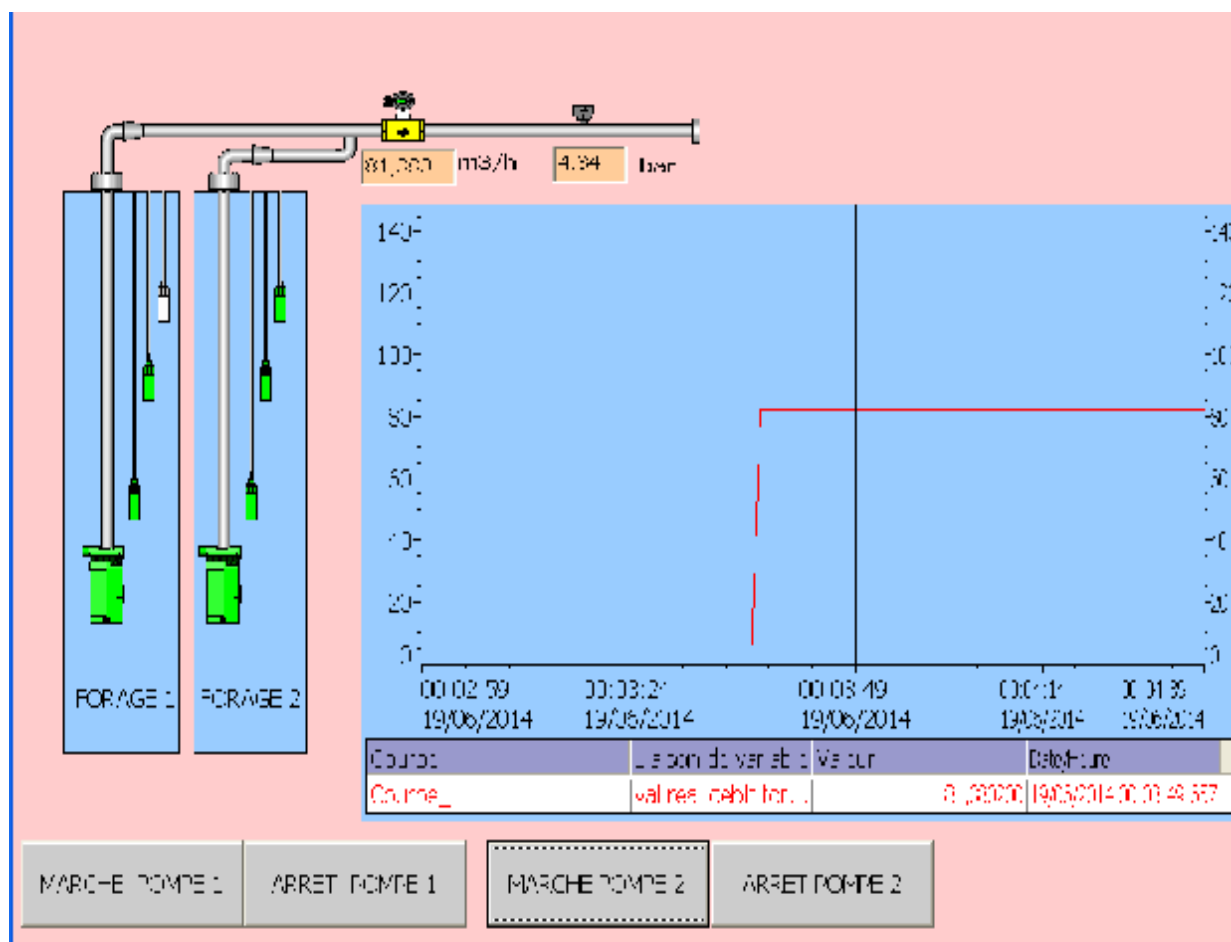


Figure V-2 : Vue de forage

2- Vue de la station de pré-filtration

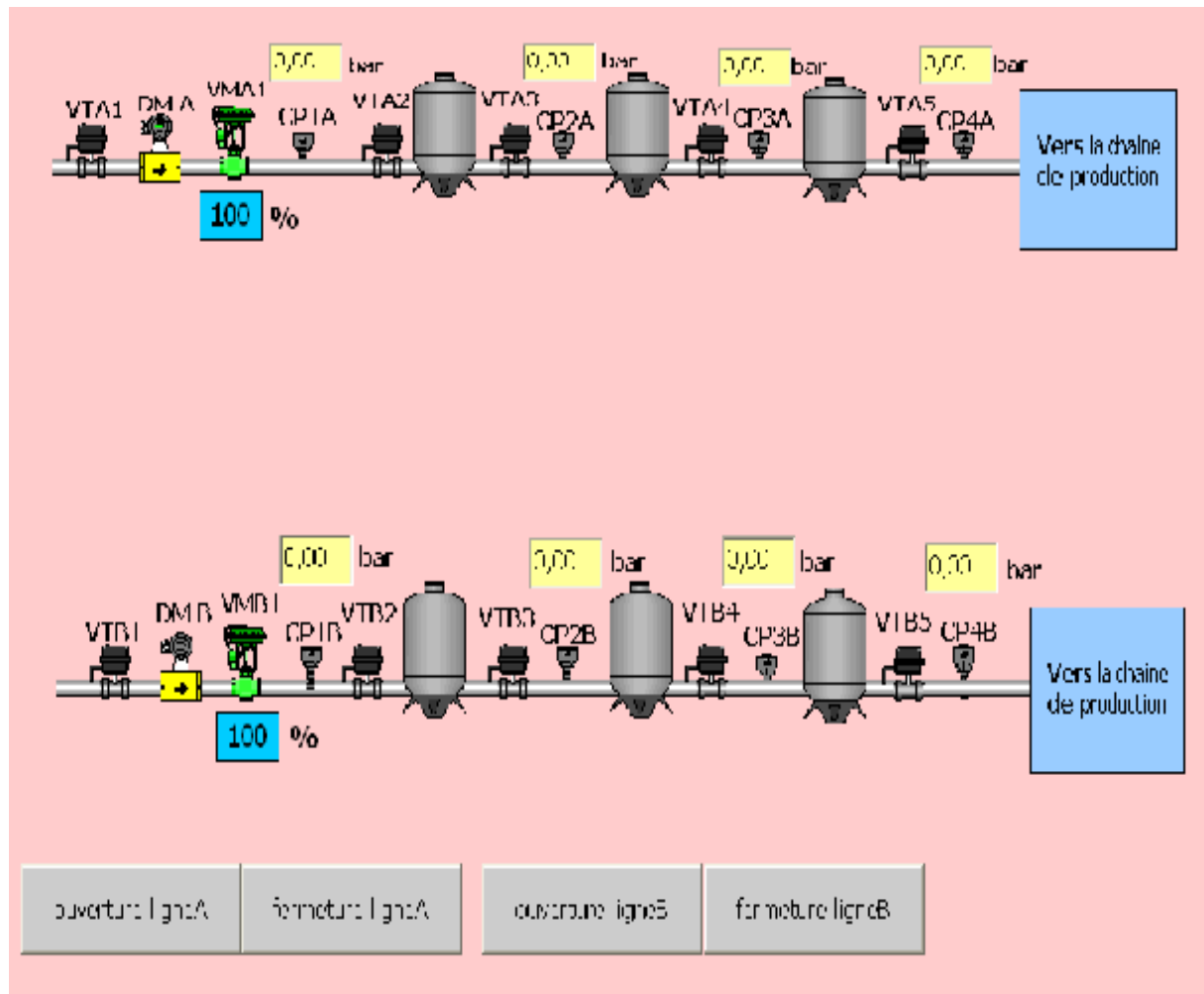


Figure V-3 : Vue de la station de pré-filtration

3- Vue de régulation de la vanne modulante A

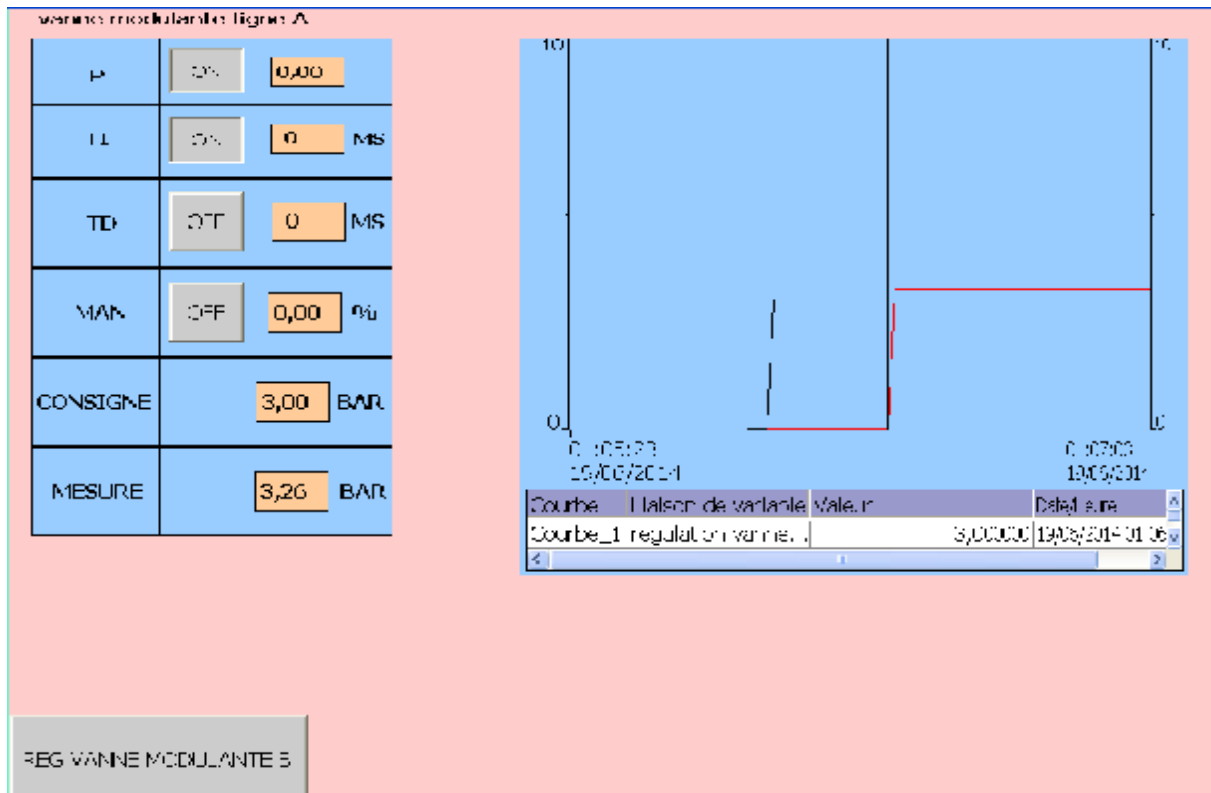


Figure V-4 : Vue de la régulation de la vanne modulante A

4- Régulation de la vanne modulante B

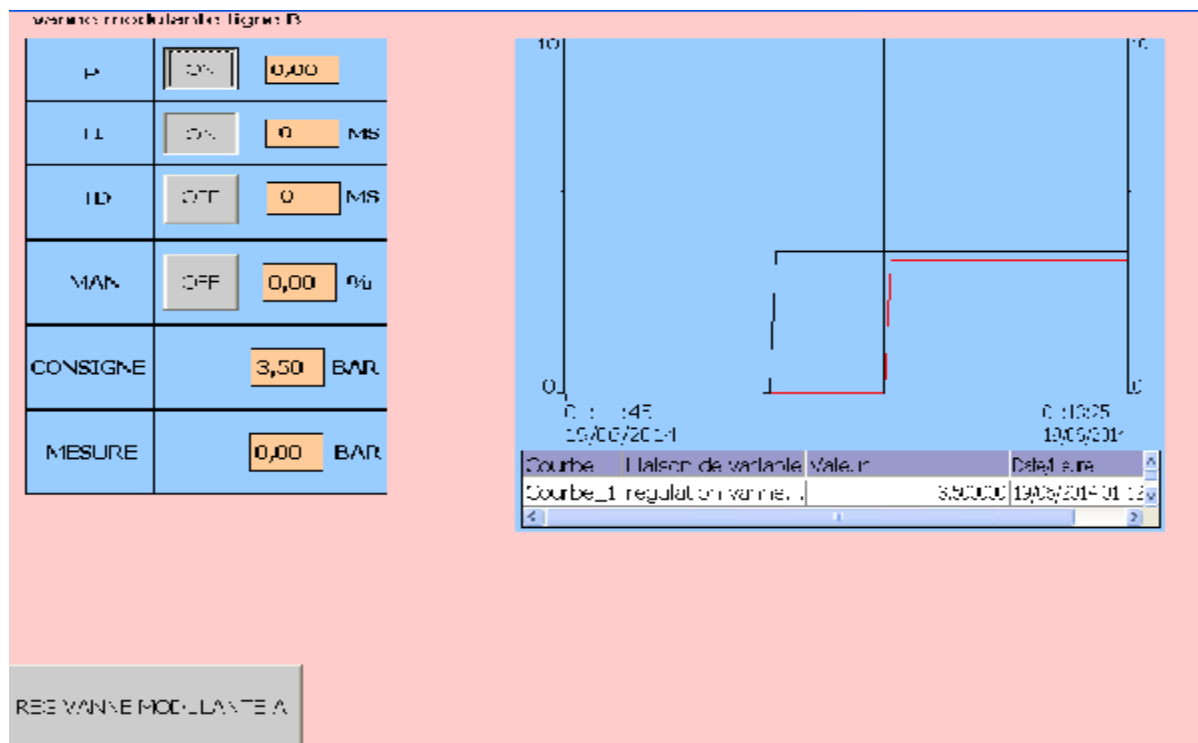
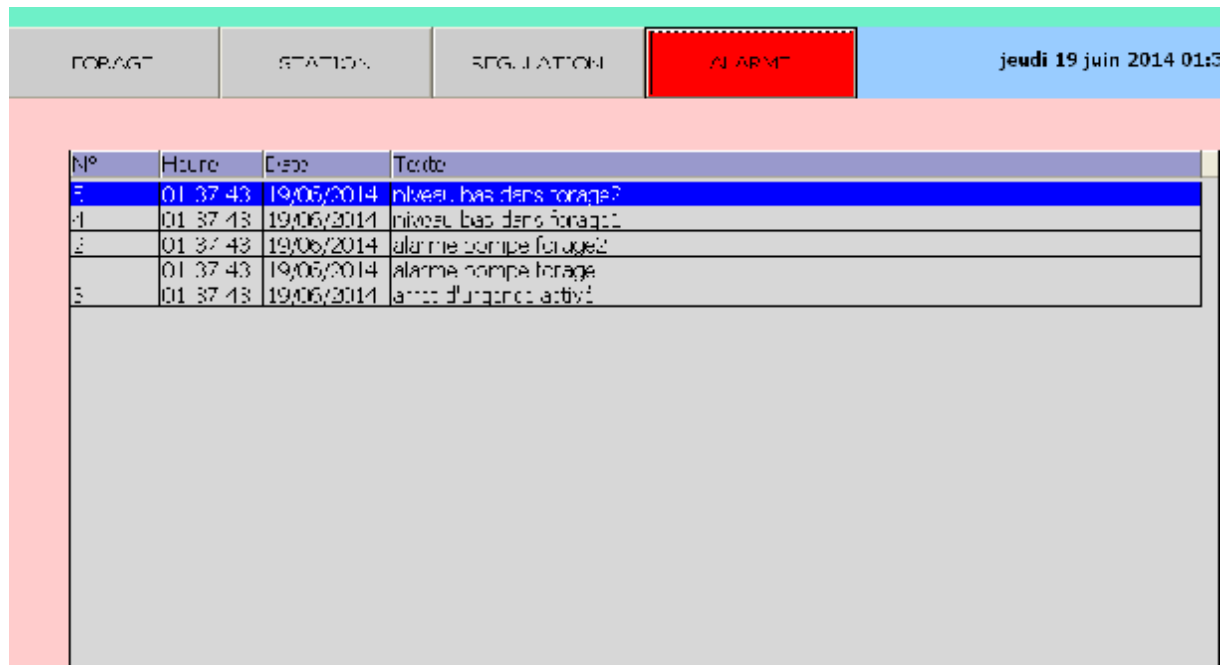


Figure V-5 : Vue de la régulation de la vanne modulante B

5- Vue d'alarme



N°	Heure	Date	Texte
1	01:37:43	19/06/2014	niveau bas dans forage2
1	01:37:43	19/06/2014	niveau bas dans forage1
2	01:37:43	19/06/2014	alarme pompe forage2
3	01:37:43	19/06/2014	alarme pompe forage
5	01:37:43	19/06/2014	alarme d'urgence activé

V-4-Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit le logiciel de supervision en précisant sa place dans l'industrie et nous avons élaboré une plateforme de supervision sous WinCC ainsi les vues qui permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel.



Conclusion Générale

Conclusion générale

Notre projet de fin d'études effectué au sein de l'unité eau minérale Lala Khedidja faisant partie du groupe industriel Cevital a été dans le but de contribuer à la conception et l'automatisation de nouvelle station d'alimentation en eau (forage et pré-filtration).

Grace aux informations fournies par le personnel de l'entreprise, nous avons pu concevoir une station d'alimentation en eau de l'unité à partir des deux forages. En passant par plusieurs étapes, nous sommes arrivés à une solution complètement automatisée et sécurisée.

Ce stage nous a été bénéfique à plus d'un titre. Il nous a permis entre autre de :

- ✓ Mettre en pratique les notions théoriques acquises durant notre cursus ;
- ✓ Découvrir la réalité du monde industriel ;
- ✓ Se familiariser avec le milieu du travail ;
- ✓ Acquérir une certaine expérience pour pouvoir affronter le monde professionnel ;
- ✓ Maitriser certains instruments et certains outils indispensables pour un automaticien tel que le GRAFCET et la programmation par le langage STEP7 ;
- ✓ Découvrir les techniques de supervision.

Notre travail n'est pas encore achevé, du fait que la station en question n'est pas encore mise en service.

Ceci nous ramène à supposer quelques contraintes lors de la concrétisation de la solution proposée.

En fin, on espère que la solution que nous avons proposée se concrétisera en pratique, que nos efforts puissent servir à quelque chose et que ce mémoire soit un bon guide pour les promotions avenir.

Références Bibliographiques

[1] [http/ /www.Forage-d'eau.com](http://www.Forage-d'eau.com)

[2] Documentation technique de water technologie fournie par l'unité Lalla khedidja (Cevital)

[3] Documentation sur les sondes de niveau FMX167 référence : T1351P/14/fr/03.06

[4] Documentation technique sur les pompes immergées manuel de référence 3400.5/5--20 G3

[5] Documentation technique sur les variateurs de vitesse ALTIVAR 61 Daniel CLENET

[6] Documentation siemens sur STEP7 : Langage CONT pour SIMATIC S7-300/400

Manuel de référence, 05/2010, A5E02790081-01

[7] Documentation sur la fibre optique cvardon.fr/Fibre%20optique.pdf

[8] Documentation SITRAIN Formation Automatisation et Entraînements.

[9] GRAfCET Edition : techniques pour l'ingénieur ,1986.

[10] Manuel d'utilisation WinCC flexible 2008.

Nomenclature

S2bis : notation de premier forage

S6bis : notation de deuxième forage

CIP : (clean in place) station de nettoyage

TOR : tout ou rien

T : temporisation

API : automate programmable industriel

PLC : Programmable Logique Controller

ARU : Arrêt d'urgence

FC : fonction

WinCC : Windows Controller Centre

IHM : Interface Human Machine

RT : Run Time

CA : Courant Alternatif

CC : Courant Continu