

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU MAMMERI, TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Electronique

Option : Communication

Thème :

*Etude et conception du système de télégestion
par fibre optique
dans une chaîne de production d'eau potable.*

Promoteur:

M^r MOHIA .Y

Co-promotrice

M^{elle} GOUDJILL.F

Présenté par :

M^{elle} IDIR Souad

M^{elle} MECHAÏ Fazia

Promotion : 2009/2010

REMERCIEMENT

Tout d'abord gloire à notre dieu, qui nous a donné la force et le courage pour terminer nos études.

A travers ce modeste travail, nous tenons à remercier vivement notre co-promotrice Melle Goudjil Fatiha pour l'intéressante documentation qu'il a mise à notre disposition, pour ses conseils précieux et pour toutes les commodités et aisances qu'il nous a apportées durant notre étude et réalisation de ce projet.

Nous remercions également notre promoteur Mr Mouhia Yacine, pour son encadrement et ces conseils.

Nous remercions chaleureusement le directeur de l'Algérienne Des Eaux, Mr.Tali pour ça gentillesse et sa confiance au sein de l'entreprise.

Nous souhaitons aussi remercier Mr.Grim Amar d'avoir nous conseillé et éclairé sur notre travail tout le long de notre projet.

Les remerciements les plus vifs s'adressent aussi aux messieurs le président et les membres de jury d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.

Nous exprimons également notre gratitude à tous les professeurs et enseignants qui ont collaboré à notre formation depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à la fin de notre cycle universitaire.

Sans omettre bien sur de remercier profondément tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à réalisation du présent travail.

Et enfin, que nos chers parents et familles, et bien avant tout, trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères et les plus profonds en reconnaissance de leurs sacrifices, aides, soutien et encouragement afin de nous assurer cette formation d'ingénieur dans les meilleures conditions.





Dédicaces



Je rends grâce à dieu de m'avoir donné le courage et la volonté ainsi que la conscience d'avoir pu terminer mes études.



Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents, pour leur soutien et tous les efforts qu'on m'a donnée le long de mon parcours et je leurs souhaite bonne santé et longue vie.



A mes frères Idir, Amar et Samir et mes sœurs Samia, Naima qui j'ai toujours tenu à donner le meilleur de moi-même.



Je dédie ce travail aussi principalement à ma chère sœur Farida, son mari Ahmed et sa petite Maïssa qui je les souhaite une vie plein d'amour et de joies.



A ma grand-mère et grand père, pour mes oncles Ahmed et les membres de la famille.



A tous mes cousins et cousines.



A un cher amie Sofiane qui m'a aidé durant mes études, dieu le protège.



À mes très chers amies : Zahia, Drifa, Samia, Karima.



A mon binôme Souad. et sa famille



A tous mes enseignants qui ont fait leurs possibles pour nous donner le maximum d'informations concernant notre étude.



Et finalement pour la promotion 5^{ème} année de département électroniques.



Et bien sur à moi même.

FAZIA





Dédicace

Je rends grâce à dieu de m'avoir donné le courage et la volonté ainsi que la conscience d'avoir pu terminer mes études.

Je dédie ce modeste travail :



A mes très chère mère et père ALDJIA et AREZKI pour toute ses tendresses et pour ses nombreux sacrifices. Que Dieu les gardes.



A la mémoire de mon grand frère HOCINE.



A mes très chère frères ALI, KAMEL, principalement mon frère AHCEN pour l'encouragement et affection qu'ils m'ont prodigués durant mes études.



A mes sœurs, MALIKA, ROZA, DAHBIA et principalement NADIA et son marie YUCEF et leur petite fille LIZA.



A Le plus cher amie pour moi OUALI KARIM qui ma beaucoup aidé durant mes études.



A mon grand père ZIDANI RAMDHAN.



A la mémoire de mes grand mères Zidane Dahbia et Ouyahia Fatma.



A toute ma promotion d'électronique principalement: RANIA, ZAHIA...



A mon binôme FAZIA et toutes sa famille

SQUAD



Sommaire

Chapitre 1 : Etude de système de régulation

1.1. Introduction.....	1
1.2. Les équipements constituant l'ouvrage de production (station de pompage).....	1
1.2.1. Le groupe électropompe	1
1.2.1.1. Les pompes.....	2
a. Principe de fonctionnement.....	2
b. Caractéristiques.....	2
c. Domain d'application.....	2
1.2.1.2. Les moteurs asynchrones	3
a. Construction d'un moteur asynchrone.....	3
b. Principe de fonctionnement.....	3
1.2.2. Armoire de commande	5
1.2.3. Les appareils de régulation de débit.....	6
1.2.3.1. Les vannes de sectionnement	6
a. Les vannes TOR (Tout Ou Rien).....	6
b. Les vannes papillons.....	7
1.2.3.2. Débitmètre électromagnétique	7
a. Principe de mesure.....	8
b. les avantage du débitmètre.....	9
1.2.3.3. Compteur hydraulique	9
a. Principe de fonctionnement.....	9
b. Les inconvénients	10
1.2.4. Les appareils de sécurité.....	10
1.2.4.1. Clapet anti-retour	10
1.2.4.2. Le système anti-bélier	11
1.2.4.3. Les venteuses	11

1.2.4.4. Le manomètre.....	12
1.2.4.5. Les soupapes de décharge	12
1.3. Description de la chaîne de production de Ouaguenoun	13
1.3.1. La Station de Reprise SR0.....	13
1.3.2. La Station de Reprise SR1	14
1.3.3. La Station de Reprise SR4.....	15
1.4. Les appareils de régulation du niveau	16
1.4.1. Relais de niveau	16
1.4.2. Relais de niveau relié à des bougies de contacte	17
1.4.3. Flotteur de niveau	18
1.4.3.1. Principe de fonctionnement.....	18
1.4.3.2. Caractéristiques	18
1.6. Conclusion	19

Chapitre 2: Généralité sur la transmission par fibre optique

2.1. Introduction.....	20
2.2. La fibre optique	20
2.2.1. Les avantages des fibres optiques	20
2.2.2. Structure de la fibre optique	21
2.2.3. Fabrication de la fibre optique	22
2.2.3.1. Réalisation d'une préforme	22
2.2.3.2. Fibrage	23
2.2.4. Types de fibre optique	24
2.2.4.1. Fibre optique multimodes	24
2.2.4.2. La fibre optique monomode – SMF (Single Mode Fibre).....	27
2.3. La lumière et la fibre optique	29
2.3.1. La Transmission dans une fibre optique	29
2.3.2. La réflexion et la réfraction de la lumière	30
2.3.3. L'ouverture Numérique.....	31
2.3.4. Mode dans une fibre optique.....	32
2.3.5. Les équations de propagations	33
2.3.6. Bandes passantes d'une fibre optique.....	33
2.3.7. L'atténuation de la lumière dans une fibre optique	34
2.3.7.1. Les différents types d'atténuations.....	34

a. Atténuation Intrinsèque (liées à la nature de la fibre)	34
b. Atténuation Extrinsèque	35
2.3.8. La Dispersion de la lumière dans la fibre optique	35
2.3.8.1. La dispersion chromatique.....	35
2.3.8.2. La dispersion modale	36
2.4. Raccordement des fibres optique	37
2.4.1. Les raccordements fixes	37
2.4.1.1. La soudure.....	37
2.4.1.2. Le collage	39
2.4.1.3. Le sertissage	40
2.4.2. Les raccordements semi-fixes.....	40
2.4.3. Les raccordements démontables	40
2.5. Les pertes d'épissurages	41
2.6. La communication par fibre optique	42
2.6.1. Conversion de signaux électro-optiques	43
2.6.2. Modem de transmission.....	43
2.6.2.1. Modem fibre optique monomode asynchrone	44
a. Principe de fonctionnement.....	44
b. Gestion multipoint (HDX).....	45
c. Raccordement.....	46
2.7. Conclusion.....	48

Chapitre 3:Etude du système de télégestion par fibre optique

3.1. Introduction.....	49
3.2. Description générale du système de télégestion.....	49
3.3. Les appareils constituant l'ouvrage de production.....	49
3.3.1. Les capteurs	50
3.3.1.1. Les capteurs actifs	50
3.3.1.2. Les capteurs passifs	50
3.3.1.3. Les capteurs ultrasoniques	51
a. Détail de fonctionnement.....	51
b. Les avantages de la détection à ultrasons.....	52
3.3.1.4. Sonde de niveau.....	52

a. Principe de fonctionnement.....	53
3.3.1.5. Débitmètre électromagnétique	54
a. Domain d'application.....	54
b. Principaux avantages.....	55
3.3.2. Les actionneurs	55
3.3.2.1. Les Vannes motorisées (servomoteur).....	55
a. Le fonctionnement.....	56
3.3.2.2. Le pupitre de commande.....	57
a. Les boutons poussoirs.....	58
b. Afficheur.....	59
c. Synoptique.....	60
3.4. La description de la synoptique de production	60
3.4.1. La station de traitement (ST).....	61
3.4.2. La station de pompage SR0	61
3.4.3. La station de pompage SR1	62
3.4.4. Le réservoir R1	62
3.4.5. La station de pompage SR4	62
3.4.6. Le réservoir R2	63
3.4.7. Le réservoir R3	63
3.5. Principe de fonctionnement d'une station de pompage.....	64
3.5.1. Fonctionnement des vannes.....	65
3.5.1.1. Vanne de refoulement (automatique)	65
a. En mode AUTO	65
b. En mode LOCAL.....	66
c. Gestion des défauts et des sécurités	66
3.5.1.2. Vanne manuelles	67
3.5.2. Anti-bélier	67
3.5.3. Le Fonctionnement des pompes	67
3.6. Les automates utilisés.....	69
3.6.1. Contrôleurs programmables Twido	69
3.6.1.1. Architecture de Twido bases compactes.....	70

3.6.1.2. Les principales fonctionnalités de l'automate TWDLCA24DRF	71
3.6.1.3. Programmation	71
3.6.2. L'automates TSX Micro/Premium	71
3.6.2.1. Présentation	71
3.6.2.2. Les Processeurs TSX P57	72
3.7. Conclusion	73

Chapitre 4:Description du superviseur de la station de Ouaguenoun

4.1. Introduction	74
4.2. Architecture réseau Thala-Athman/Ihdhikaouen	74
4.3. La supervision	74
4.3.1. Les objectifs de la supervision.....	74
4.3.2. Constitution d'un système de supervision.....	75
4.3.2.1. Le module de visualisation.....	75
4.3.2.2. Le module d'archivage	75
4.3.2.3. Le module de traitement	75
4.3.2.4. Le module de communication	75
4.4. Le logiciel de supervision pc vue	76
4.4.1. Poste central de supervision	77
4.4.2. Ouverture du logiciel	77
4.4.3. La page de garde du superviseur.....	78
4.4.4. Identification.....	80
4.4.5. Description des éléments visibles dans le superviseur.....	81
4.4.6. Contrôle et mesure de l'énergie consommée.....	82
4.4.7. Volume journalier consommé.....	83
4.5. Conclusion	84

Introduction générale

Introduction générale

L'eau appartient à tous, son rôle est essentiel dans la vie quotidienne, Malgré l'existence de cette source sur le territoire national, son exploitation est mal réalisée, ce qui a poussé les dirigeants à faire un pas vers le futur avec l'appel de différentes sociétés algériennes : KOGICI, HYDROAMENAGEMENT et étrangères : LAVALIN, MH AWE, afin de participer à des travaux de réalisation de grands projets hydrauliques ainsi que la distribution de l'eau. L'ANBT (agence national des barrages et de transfert) s'occupe du contrôle et de la supervision des grands projets d'alimentation et de transfert de l'eau potable.

Ces projets concernent, entre autres, le transfert de l'eau vers les villes, comme le projet de transfert du barrage de Taksebt vers la ville d'Alger et ses environs et vers les villes voisines de Tizi Ouzou. Ce dernier est réalisé par la société française MH AWE et exploité (la distribution) par l'Algérienne Des Eaux (l'ADE) qui représente le second maître de l'ouvrage après l'ANBT.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, on a effectué un stage pratique au sein d'une entreprise « Algérienne Des Eaux » à Tizi-Ouzou, afin d'étudier ce projet de transfert de l'eau potable vers les villages de Ouaguenoun.

Notre travail consiste à l'étude et la conception d'un système de télégestion par fibre optique« le transfert de l'eau potable du barrage vers les lieu de consommation en passant par la station de traitement et les stations de pompage de Ouaguenoun ».

Pour la gestion et le fonctionnement de ce transfert, la société s'occupant des travaux (MH AWE) de réalisation, a choisi d'utiliser une technologie moderne : la commande par automate programmable industriel (API). Ces automates sont de marque Shneider-electric Télémécanique de modèles :

- Automate TSX57 Premium pour la commande et la coordination générale des stations.
- Automate TWIDO pour la régulation des différentes grandeurs liées à l'exploitation (débit, niveau).

Ce projet comporte 3 stations de pompages : SR0, SR1 et la SR4

La technologie des télécommunications optique, étudiée dès le début des années 90, est devenue le support privilégié des réseaux de télécommunication.

En effet, la fibre optique est une innovation relativement récente qui a rapidement pris un rôle prépondérant dans le monde des télécommunications pour sa capacité à véhiculer un grand nombre d'information sur une longue distance et de haut débit ($\geq 10\text{Gb/s}$).

Avec l'événement des technologies ultrasoniques, numériques et optoélectroniques, l'Algérienne Des Eaux (l'ADE) a pu remplacer les systèmes de régulation avec les commandes flotteur et les relais de niveaux qui sont utilisés à des petites distances par le système de télégestion par fibre optique qui apporte un progrès décisif mieux et moins consommateur pour économiser la précieuse ressource en eau.

Notre travail consiste à étudier ce nouveau système. En effet, l'ADE a eu la gentillesse de nous permettre d'effectuer quelques sorties.

A cet effet, le contenu du mémoire est réparti comme suit :

Le premier Chapitre est consacré à l'étude des différents équipements utilisés dans le système de régulation ;

Le deuxième Chapitre consiste à présenter des généralités sur la transmission par fibre optique ;

Dans le troisième Chapitre nous allons étudier le nouveau système de télégestion par fibre optique et les automates utilisés dans les stations de pompage à Ouaguenoun ;

Enfin, le quatrième Chapitre consacré à la description du superviseur de la station de Ouaguenon. On terminant ainsi notre travail par une conclusion générale.

Chapitre 1

Etude du système de régulation

1.1 . Introduction

Le système de régulation existant dans la chaîne de production d'eau potable est conçu pour contrôler le niveau des réservoirs afin d'éviter la vidange et le trop plein de ces derniers. Il est nécessaire aussi pour la protection de la précieuse ressource d'eau et la réduction des pertes.

Les gestionnaires du centre de production des unités d'eau potable à l'échelle nationale et internationale ont mis en œuvre un système de télégestion basé sur les fibres optiques et les automates programmables dans le but d'améliorer le système de régulation au niveau des stations de pompage d'eau.

Afin de concevoir le système de télégestion automatique par fibre optique, il est nécessaire de comprendre le système de régulation existant. Pour cela, au cours de notre stage à l'Algérienne Des Eaux, nous avons visité une chaîne de production alimentant quelques localités de Ouaguenoun dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

1.2. Les équipements constituant l'ouvrage de production (station de pompage)

La chaîne de production d'eau potable est constituée principalement des équipements électromécaniques et des équipements hydromécaniques.

1.2.1. Le groupe électropompe [6]

Le groupe électropompe est une machine destinée à un usage industriel, au réseau de pompage et de distribution de fluide (pompage d'eau potable dans notre cas). Il se compose essentiellement d'une pompe accouplée à un moteur asynchrone. Pour assurer la protection de fonctionnement d'un tel groupe il faut respecter les précautions ci-dessous:

- Les groupes électropompes doivent être manipulés et déballés avec soin.
- Ne pas leur faire subir de choc et ne pas tirer sur le câble d'alimentation du moteur.
- S'assurer que le matériel n'a pas été accidenté en cours de transport.
- Pour le levage, utiliser les crochets spéciaux placés sur la tête.
- Pendant le transport, ne pas endommager le câble (ne pas le coincer, le plier ou le traîner).

1.2.1.1. Les pompes [9]

La pompe est un appareil qui transforme une énergie mécanique (couple et vitesse de rotation) en énergie hydraulique (débit et pression). Cette transformation se fait au moyen d'une turbine (roue à aubes), considérée comme une machine hydraulique capable d'élever un débit Q à une hauteur H (refoulement).

a. Principe de fonctionnement

Une pompe centrifuge est constituée de :

- une roue à aubes tournant autour de son axe
- un distributeur dans l'axe de la roue
- un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante.

L'utilisation d'un diffuseur (roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet une diminution de la perte d'énergie.

b. Caractéristiques

Les hauteurs manométriques totales fournies ne peuvent dépasser quelques dizaines de mètres. Pour dépasser ces valeurs on utilise des pompes centrifuges multicellulaires où plusieurs roues sont montées en série sur le même arbre.

Au refoulement l'une des pompes communique avec l'aspiration de la pompe suivante.

Le rendement est de l'ordre de 60 à 70 %.

c. Domaine d'utilisation

Ce sont les pompes les plus utilisées dans le domaine industriel à cause de la large gamme d'utilisation qu'elles peuvent couvrir, de leur simplicité et de leur faible coût.

Néanmoins, il existe des applications pour lesquelles elles ne conviennent pas:

- utilisation de liquides visqueux: la pompe centrifuge nécessaire serait énorme par rapport aux débits possibles.
- utilisation de liquides "susceptibles" c'est-à-dire ne supportant pas la très forte agitation dans la pompe.

1.2.1.2. Les moteurs asynchrones

Le moteur asynchrone est mis au point par NIKOLA TESLA en 1883. Ce dispositif transforme l'énergie électrique en énergie mécanique, L'entraînement des machines est assuré en très grande majorité par des moteurs asynchrone, alimentés en courant alternatif triphasé.

Ce type de moteur s'impose en effet dans la plus part des applications par son prix de revient avantageux, ses qualités, robustesse et sa simplicité d'entretien.

a. Construction d'un moteur asynchrone

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie car sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, le rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation du courant de Foucault.

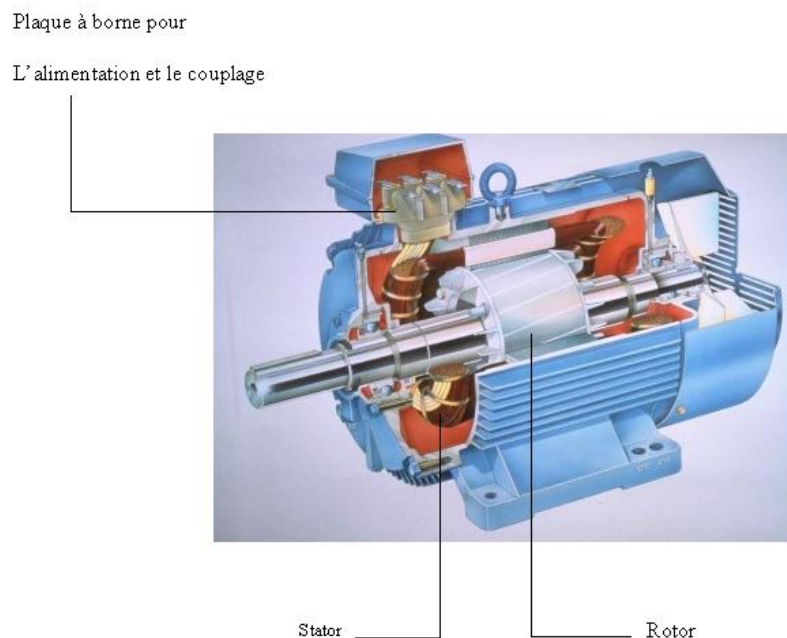


Figure 1.1 : construction d'un moteur asynchrone

b. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement des moteurs à courants alternatifs réside dans l'utilisation d'un champ magnétique tournant produit par des tensions alternatives, la circulation d'un courant dans une bobine crée un champ magnétique B . Ce champ est dans

l'axe de la bobine, sa direction et son intensité sont en fonction du courant I, c'est une grandeur vectorielle.

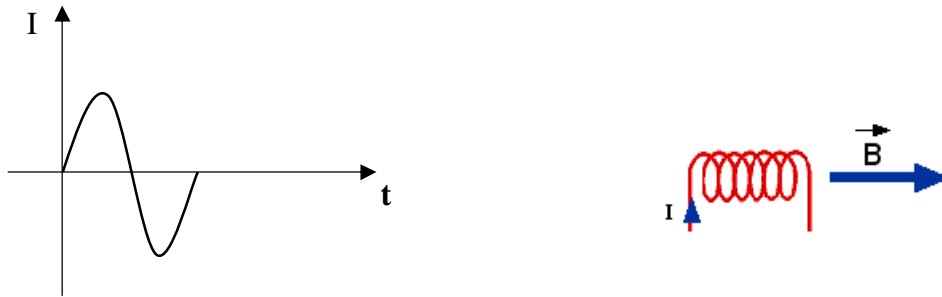


Figure 1.2 : Circulation d'un courant dans une bobine et création d'un champ magnétique induit

Dans un moteur triphasé, se trouve trois enroulements qui sont disposés dans le stator à 120° les un des autres, ainsi trois champs magnétiques se créent.

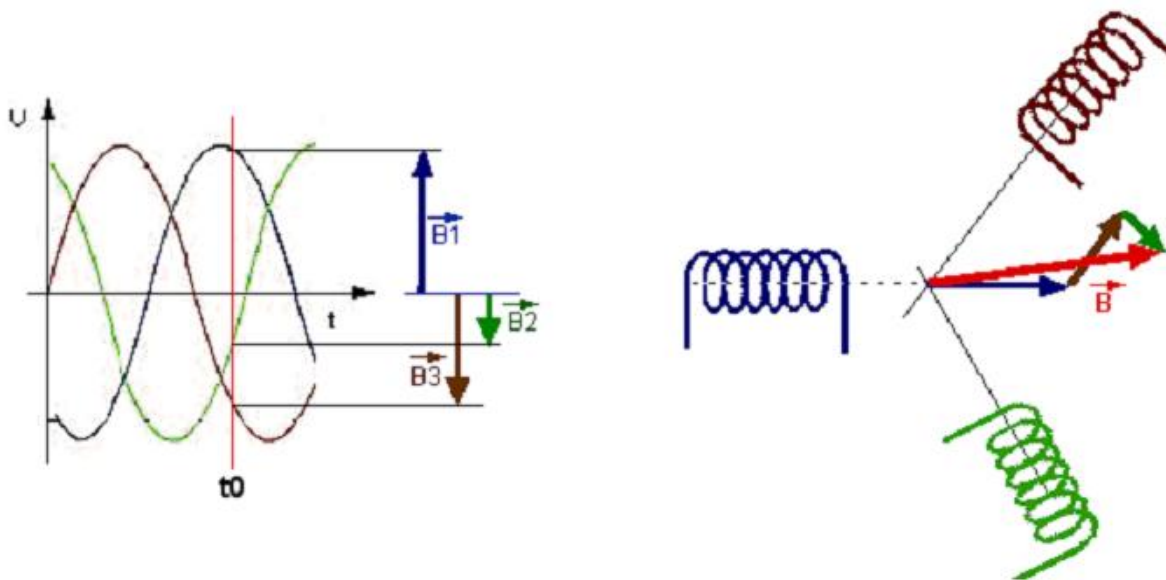


Figure1.3 : présentation de la résultante des trois champs magnétiques

Phase1: $U = UM \sin \omega t$

Phase2: $V = UM \sin(\omega t - 2\pi/3)$

Phase3: $W = UM \sin(\omega t - 4\pi/3)$

Avec :

UM : l'amplitude des signaux U, V et W.

ω : La pulsation des courants alternatifs de l'alimentation (rd/s).

Les moteurs sont alimentés en énergie électrique via une armoire de commande adaptée à la puissance du moteur.

1.2.2. Armoire de commande

Les armoires de commandes sont réalisées en tôle d'acier étanche et équipés de serrures à clé, elles doivent être installées dans des endroits secs et large, à l'abri de toute agression externe (rayons solaires, vent, pluies,...etc.), et loin de tout risque d'installation due à des casses sur conduites ou à des débordements des bâches à eau (vidages ou trip plein).

Une armoire de commande est alimentée par une tension (400 ± 10) volt. Elle sert à alimenter en énergie électrique les groupes électropompes. Elle se compose d'élément de puissance et des éléments de commande.

La commande du système de régulation est intégrée dans l'armoire de commande du moteur.



Figure1.4 : Armoire de commande

1.2.3. Les appareils de régulation de débit

La régulation de débit est assurée par les vannes, débitmètre, compteur hydraulique et manomètre.

1.2.3.1. Les vannes de sectionnement [13]

La vanne joue un rôle très important dans la station. En effet, elle garantit un démarrage et un arrêt sécurisé de la pompe (la pompe démarre et s'arrête toujours avec une vanne fermée : cela la protège contre le refoulement de l'eau à des vitesses très importantes pouvant détruire toute la station).

Il existe plusieurs types de vannes :

Vanne papillon, vanne pneumatique...etc.

a. Les vannes TOR (tout ou rien)

Les vannes TOR guident le courant d'eau ou permettent l'échappement d'eau. La pression d'air comprimé leur permet de bloquer ou de libérer la canalisation.

Ce type de vanne ne peut prendre que deux positions, ouverte ou fermée : ouverte dès son alimentation en pression du fait que cela provoque la rotation de la tige associée au disque d'un angle de 90 et fermée après la coupure de l'air comprimé.

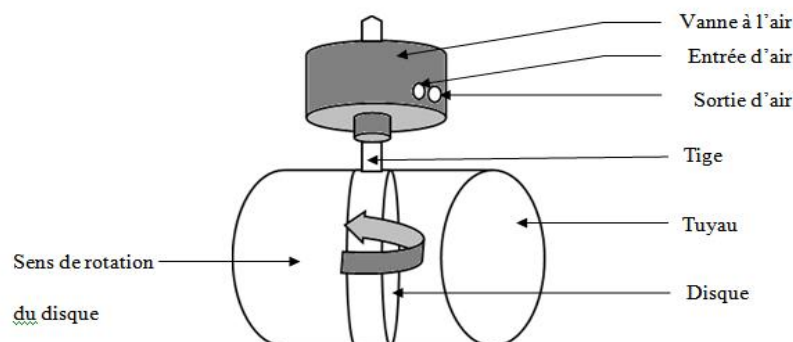


Figure 1.5 : les vannes tout ou rien

b. Vannes papillons

Dans les robinets à papillons, l'obturateur (papillon) se déplace dans le fluide par rotation autour d'un axe orthogonal à l'axe de l'écoulement du fluide.

Ces équipements engendrent de faibles pertes de charge, se manœuvrent rapidement, sont bien adaptés à la fonction de réglage mais pas à la fonction d'isolement en général.

Leur système de commande est classiquement à quart de tour.



Figure 1.6 : Vanne papillon

1.2.3.2. Débitmètre électromagnétique [13]

Le débitmètre électromagnétique est la solution pour mesurer le débit volumique d'un fluide conducteur chargé dans une conduite d'eau avec une conductivité minimale de $5\mu\text{s/cm}$. Il est constitué d'un tube revêtu intérieurement d'un isolant et comportant deux électrodes de mesure.

Cet appareil est disponible pour la surveillance du débit.



Figure 1.7 : Débitmètre

a. Principe de mesure [9]

Le fonctionnement de la mesure se repose sur la loi d'induction selon FARADAY.

Tout conducteur coupant les lignes d'inductions d'un champ magnétique à une certaine vitesse induit une force électromotrice qui est proportionnel à la vitesse de découlement. Cette tension est saisie par les électrodes qui entre en contact avec le fluide (voir figure 1.8).

$$U_e = B * L * V = \text{tension induite}$$

B=champ magnétique

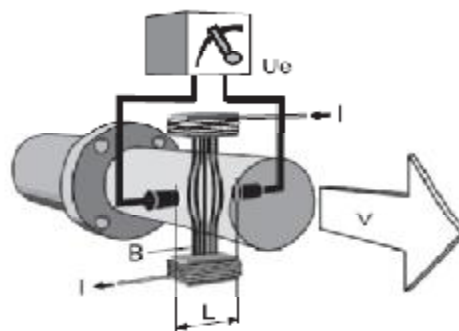


Figure 1.8 : principe de mesure (loi FARADAY)

L=distance entre les électrodes

V=vitesse de passage à la pointe du capteur

b. Les avantages du débitmètre

- Pas de pertes de charge dues à des étranglements ou à des obstacles dans la conduite.
- Le signal est généré dans la totalité du volume couvert par le champ magnétique.
- Seuls les revêtements intérieurs du tube et les électrodes sont en contact avec le liquide à mesurer.
- Le signal primaire est une tension électrique représentant une fonction exactement linéaire de la vitesse d'écoulement.
- La mesure est indépendante de profil d'écoulement et des autres caractéristiques du fluide à mesurer.

1.2.3.3. Compteur hydraulique [6]

C'est un compteur classique, son rôle est de mesurer la quantité d'eau qui traverse sa canalisation.

a. Principe de fonctionnement

L'eau pénètre dans le cylindre par l'amont. L'axe de l'hélice est confondu avec celui de la conduite sur laquelle est posé le compteur. Un pignon situé à la partie aval de l'axe de l'hélice entraîne, après un renvoi d'angle, le train intermédiaire qui démultiplie la vitesse de rotation de l'hélice (voir figure 1.9)

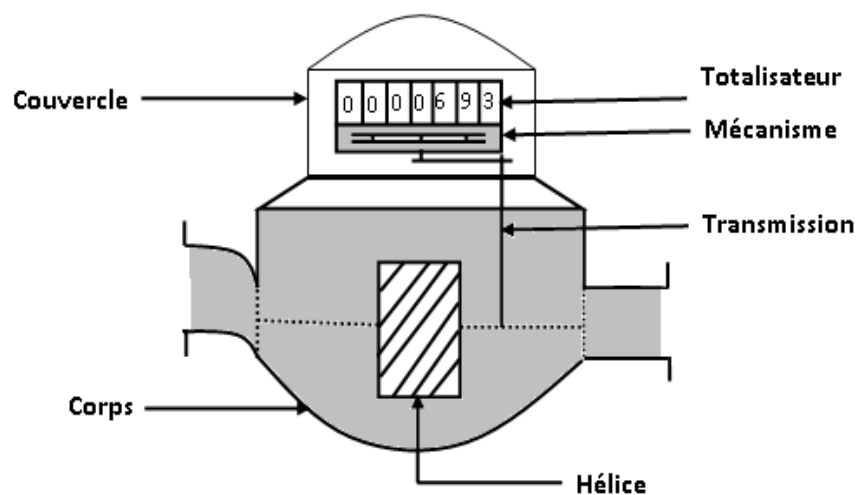


Figure1.9: Compteur hydraulique

b. Les inconvénients

- Nécessite un positionnement parfait.
- Risque de sur comptage ou sous comptage (dépôt de calcaire à l'entrée, encrassement du mécanisme).
- Perte de charge importante.
- Petite durée de vie.

1.2.4. Les appareils de sécurité

A la mise en service d'une chaîne de production, plusieurs problèmes peuvent survenir (éclatement des conduites, rotation des moteurs dans le sens inverse, destruction des pompes...etc.), engendrent ainsi un arrêt de production.

Pour remédier à ces problèmes, des systèmes de protection hydraulique sont installés tout au long de la chaîne.

- Le clapet
- L'anti-bélier
- La Ventouse
- Le manomètre
- La Soupape de décharge

1.2.4.1. Clapet anti-retour [14]

Les clapets de retenue sont généralement installés sur les canalisations de refoulement. A l'arrêt des pompes, ils retiennent automatiquement la colonne d'eau contenue dans ces canalisations. En général, les clapets de retenue sont placés à la sortie des pompes, entre celle-ci et les robinets de sectionnement. Il empêche le retour de l'eau vers les groupes électropompes pour la protection de ces derniers (voir figure 1.10)



Figure 1.10: Clapet anti-retour

1.2.4.2. Le système anti-bélier [13]

L'anti bélier (l'accumulateur) est un dispositif hydraulique qui protège la conduite destiné à amortir l'onde de choc causé par l'arrêt brusque d'une pompe ou une fermeture d'une vanne, cette onde de choc est appelée coup de bélier.

C'est une bouteille en acier dans laquelle se loge une vessie en caoutchouc synthétique. La vessie en liaison directe avec une valve de gonflage placée sur la partie supérieure de la bouteille, enveloppe presque complètement la vessie remplie d'azote. La communication de l'eau avec le réseau se fait à travers un orifice muni d'une soupape (voir figure 1.11).

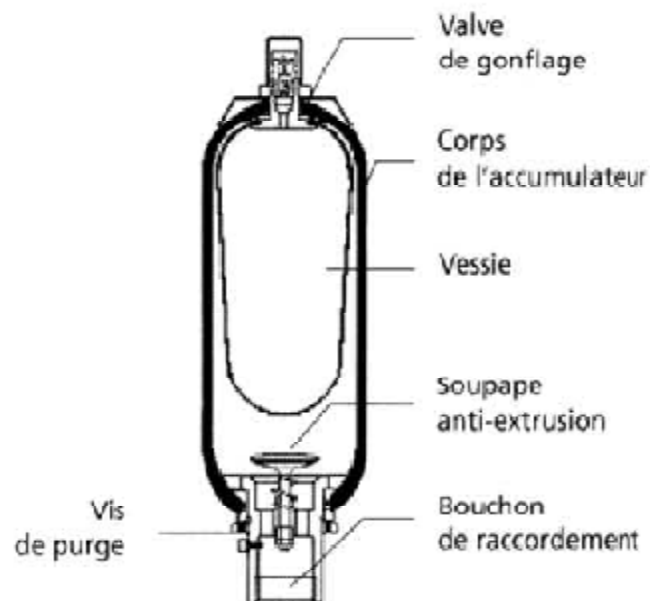


Figure 1.11 : L'anti-bélier à vessie

1.2.4.3. Les venteuses [13]

La venteuse est un appareil de sécurité, assurant l'évacuation automatique de l'air contenu dans le réseau. Il faut donc vérifier périodiquement que la tuyère de dégazage n'est pas obstruée par des dépôts ou des corps étrangers véhiculés par l'eau.

Elle se présente sous trois modèles de diamètres nominaux respectifs 40,60 et 250. Leurs brides de raccordement présentent les mêmes DN (diamètre nominale).

La venteuse modèle M de DN 40 : est un appareil à petit débit. Elle est dotée d'un robinet d'isolement, la pipette débouche à l'air libre. Cet appareil est installé sur canalisation de DN 40 et 50.

La venteuse modèle R de DN 60 : est un appareil à grand débit. Cet appareil est normalement installé sur canalisation de DN 60 et à 250.

La venteuse modèle R 250 : présente les mêmes caractéristiques que celle de DN 60. Cet appareil est normalement installé sur des canalisations de DN supérieur ou égal à 300.

La venteuse automatique à trois fonctions, a un triple rôle :

- Evacuation de l'air à grand débit lors de la mise en eau de la canalisation.
- Dégazage permanent, en période d'exploitation, pour éliminer les poches d'air accumulé aux points hauts.
- Admission de l'air à grand débit lors de la vidange de la canalisation pour permettre la menée à bien de l'opération et éviter la mise en dépression de la canalisation.

1.2.4.4. Le manomètre

Le manomètre est un appareil utilisé pour l'indication de la valeur de la pression par l'affichage sur le cadran de cet indicateur (voir figure 1.12)



Figure 1.12: manomètre

1.2.4.5. Les soupapes de décharge [13]

Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort qui par sa compression obture en exploitation normale un orifice placé sur la conduite au point à protéger.

Cette soupape ne doit s'ouvrir que sous une pression déterminée légèrement supérieure (5% environ) à la pression maximale de fonctionnement.

La soupape est livrée assemblée et réglée en atelier à la pression d'étanchéité indiquée lors de la commande est poinçonnée sur le capot.

Il est à signaler que les soupapes de décharge interviennent uniquement dans les surpressions pour lesquelles un débit est craché vers l'extérieur et il faudra prévoir un système d'évacuation fiable pour ce débit.

1.3. Description de la chaîne de production de Ouaguenoun

La chaîne de production est constituée de trois stations de pompages et cinq réservoirs.

1.3.1. La Station de Reprise SR0

La station de reprise SR0 de Tala Athman qui est alimentée par le barrage de TAKSABT, est inaugurée au mois d'avril 2010 dans le but de refouler de l'eau potable vers la SR1 et SR4. la figure (1.13) représente le lieu exacte et le schéma globale de la station SR0.



Figure 1.13 : La station de reprise (SR0)

Cette station est composée d'un réservoir de 1000 m³ alimenté à partir de l'eau du barrage, un anti-bélier et d'une chambre des vannes et une salle des pompages qui contient :

- Trois groupes électropompes horizontaux (GEPH) qui aspirent l'eau de barrage de TAKSEBT et qui la refoulent (fonctionnement en deux pompes au maximum) vers la station de reprise (SR1).
- Les vannes de régulation (vanne papillon).
- Des clapets anti-retour.
- Des manomètres.
- Un débitmètre.
- Une armoire de commande.



Figure 1.14 : La chambre de pompage de SR0.

1.3.2. La Station de Reprise SR1

La station de reprise SR1 se situe à une distance presque 2 Km de la station SR0. Elle aspire l'eau potable du réservoir qui a une capacité de 2×200m³ existant au niveau de la station et ce réservoir est alimenté par la station SR0 et qui a pour rôle le refoulement d'eau vers les régions avoisinantes. Elle contient une salle de pompage qui contient :

- Quatre groupes électropompes.
- Des clapets anti-retour.

- Deux compteurs hydrauliques (entrée/sortie).
- Des vannes de régulations.
- Des armoires de commandes.

La salle contient quatre groupes aspirant l'eau potable avec les collecteurs jaunes à partir des deux réservoirs qui sont alimentés par la SR0 et qui distribue l'eau au village avoisinant d'après les quatre collecteurs principaux bleus.



Figure 1.15: La chambre de pompage de SR1.

1.3.3. La Station de Reprise SR4

La station SR4 qui se situe à TIKOBAINNE à 8 Km de la SR1, contient un réservoir de capacité de 700m³. Son but est le refoulement vers les deux réservoirs des villages AFIR (1000m³) et IHDHIKAOUENE (100m³).

Cette station est composée d'un anti-bélier, une chambre des vannes et une chambre de pompage qui contient :

- Trois groupes électropompes horizontaux (GEPH).
- Les vannes de régulation (vanne papillon).
- Des clapets anti-retour.
- Des manomètres.
- Deux compteurs hydrauliques.

- Une armoire de commande.



Figure 1.16 : La chambre de pompage de SR4

N.B : Les caractéristiques de ces trois stations sont indiqués dans l'annexe A.

1.4. Les appareils de régulation du niveau

La régulation du niveau est assurée principalement par un relais de niveau et des bougies qui sont insérées dans l'armoire de commande.

1.4.1. Relais de niveau

Cet appareil contrôle des niveaux de remplissage de liquides conducteur (eau). Il permet la mise en marche de pompe ou de vannes pour la régulation des niveaux. Il est adapté également pour la protection contre la marche à sec des pompes et la protection de « trop plein » de cuves.

Il peut contrôler aussi le dosage de liquides lors des mélanges.

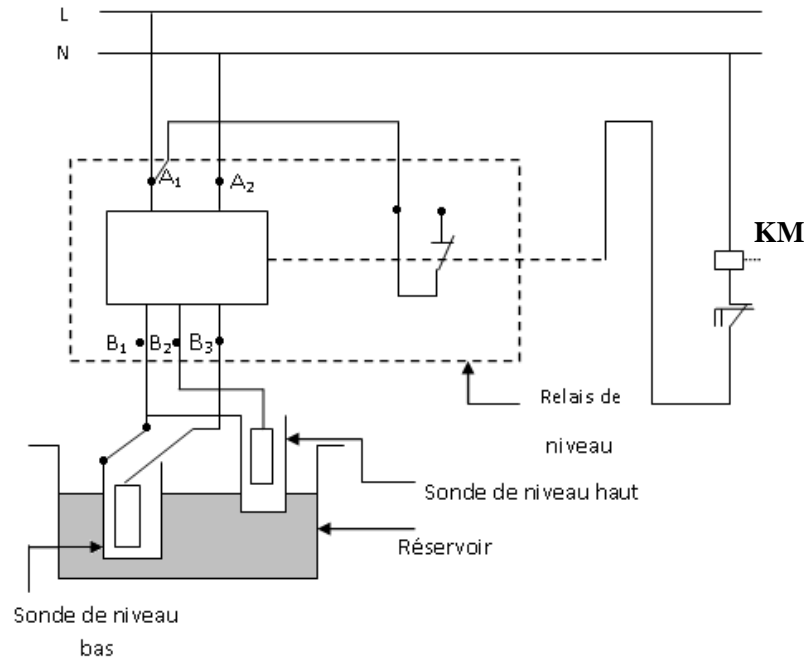


Figure 1.17 : Relais de niveau

1.4.2. Relais de niveau relié à des bougies de contacte [8]

Afin de bien contrôler le niveau du réservoir, pour éviter le fonctionnement des pompes à vide et les débordements, l'Algérienne Des Eaux a opté pour un système de contrôle basé sur les relais de niveau et des bougies installées en cascade sur le réservoir d'eau. La bougie la plus immergée représente la masse B1, celle du milieu B3 nous indiquera le niveau haut comme le montre la figure (1.18).

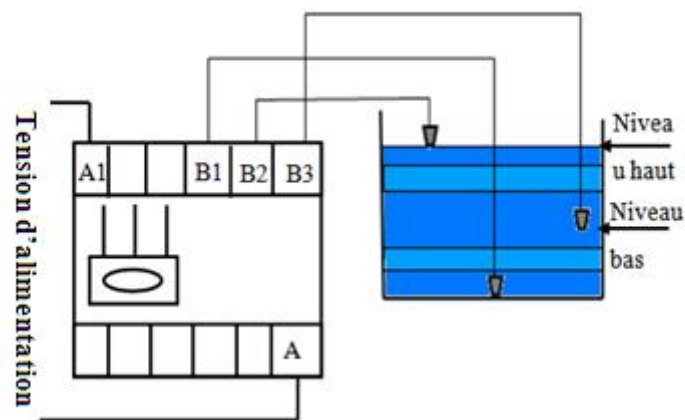


Figure 1.18 : le relais de niveau avec les bougies

Ces bougies sont raccordées via des câbles coaxiaux au relais de niveau situé dans une armoire de commande.

- Ø Si les trois bougies sont immergées, alors le relais reste au repos et le groupe s'arrête
- Ø Si la bougie de niveau haut B2 est libre et celle de milieu est immergée alors le relais reste toujours au repos et le groupe aussi.
- Ø Si B3 est libre alors le relais actionnera la mise en marche du groupe pour le remplissage du réservoir et s'arrêtera seulement une fois que B2 sera immergée.

1.4.3. Flotteur de niveau [5]

1.4.3.1. Principe de fonctionnement

Le flotteur (en général une sphère creuse métallique) est soumis à la poussée d'Archimède exercée par le liquide, laquelle se traduit par un faible déplacement du flotteur, dont l'amplitude est limitée mécaniquement. Les robinets à flotteur ont pour fonction le contrôle d'un niveau haut dans un réservoir de liquide. Par une action automatique et mécanique le robinet alimente ou non le remplissage de la cuve.

Le flotteur qui suit le niveau agit sur un levier qui permet au robinet de s'ouvrir ou se fermer dès que le niveau maximum est atteint.

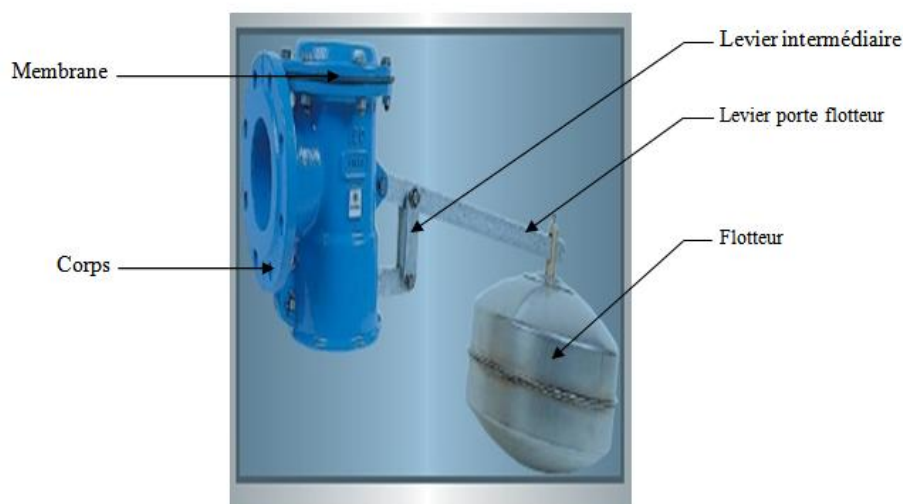


Figure1.19 : Robinet à flotteur

1.4.3.2. Caractéristiques

Ce flotteur est caractérisé par :

- la Série : J2 10
- L'ensemble est simple, robuste et ne nécessite aucun réglage.
- Facilité de mise en œuvre
- C'est un appareil équilibré.

- Gamme : DN 40 à 250.
- Température maximale d'utilisation : +80°C.

1.5. Conclusion

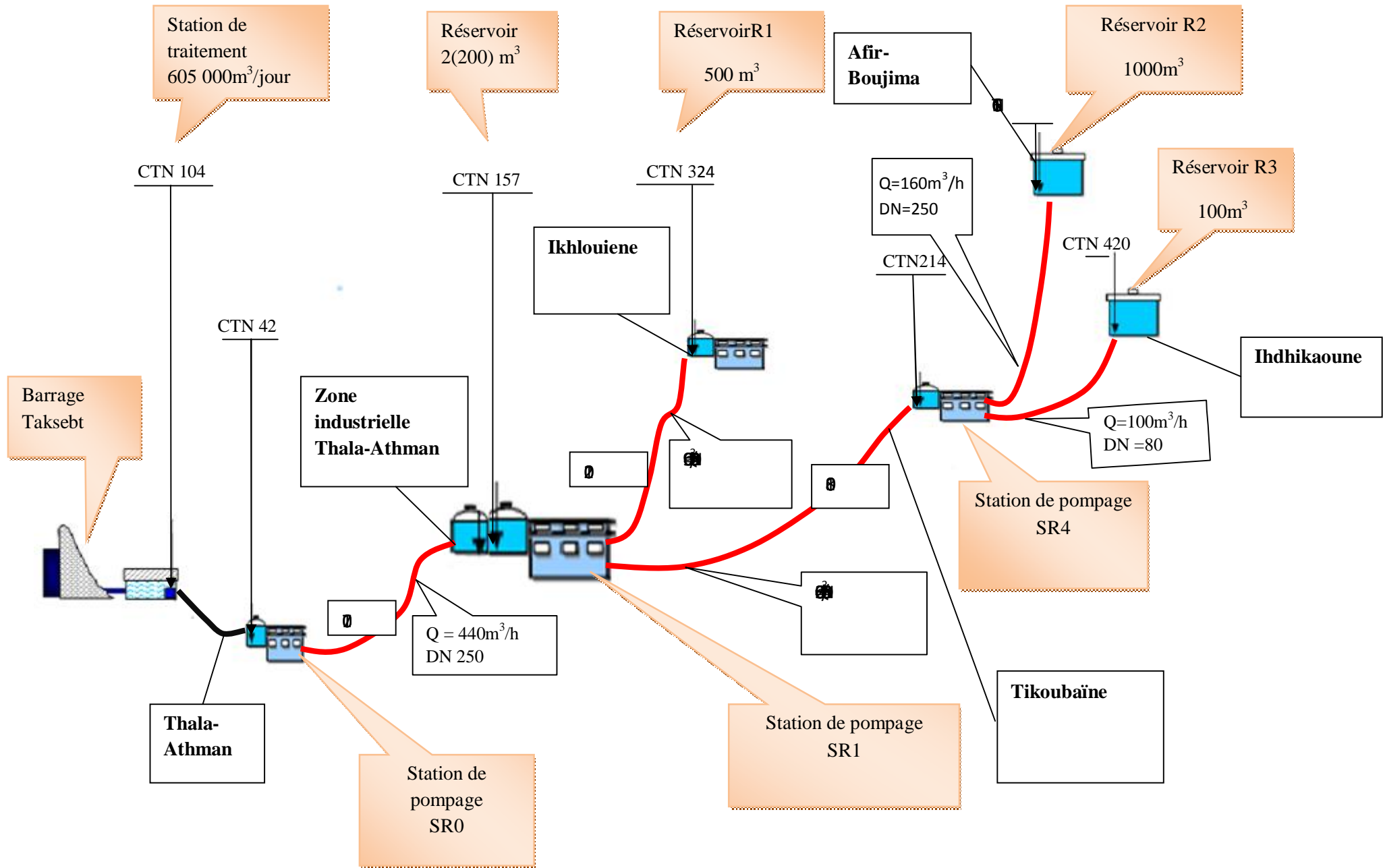
Tous ces appareils installés sur la chaîne n'assurent pas la protection totale. Il reste toujours des problèmes qui peuvent être fatales pour la population (manque de production) et pour le matériel (destruction) ce qui nécessite une multitude d'intervention.

Pour cela, on peut conclure que ce système de régulation a des inconvénients qu'on peut illustrer comme suit :

- La consommation très importante en énergie électrique (380v).
- L'obligation de mettre en place un agent permanent pour le contrôle de chaque site.
- Encombrement des appareils au niveau des sites.
- Perte d'information lorsqu'il s'agit des stations très loin entre elles, vu qu'il utilise des câbles coaxiaux (faible débit) comme moyen de transport.

Pour remédier à ces problèmes L'algérienne des eaux(ADE) a opté pour le nouveau système automatisé de transmission de l'information d'eau en utilisant le câble fibre optique, qui est le moyen le plus fiable à des grandes distances (dans notre cas Thala-athman/Tikobaïne) que nous allons l'étudier dans les chapitres qui suivent.

Schéma synoptique de la chaîne de production de Ouaguenoun



Chapitre 2

Généralité sur la transmission

Par fibre optique

2.1. Introduction

De tout temps, les gens ont eu besoin de se transmettre des informations à l'aide de moyens divers et de méthodes variées. Avec l'émergence de nouvelles technologies dans le domaine de la télécommunication, qui ne cessent de s'améliorer, les anciennes manières d'échange d'informations tel que la paire torsadée, du câble coaxial, des faisceaux hertziens...etc. Ainsi, en matière d'automatisation de grand débit et de longue distance de transmission, la fibre optique reste le meilleur canal parmi les liaisons filaires. Dans ce chapitre nous allons s'intéresser à la transmission par fibre optique et ses modems de communication.

2.2. La fibre optique [15]

Une fibre optique est un fil en verre ou en plastique très fin. Elle offre un débit d'information 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 le laboratoire de l'entreprise américaine Corning glass Works (actuelle Corning incorporated), cette fibre peut être utilisée pour conduire de la lumière entre deux distances de plusieurs centaines, voire milliers de kilomètres, Le signal lumineux codé par une variation d'intensité est capable de transmettre une grande quantité d'information à très longue distance et à des débits de l'ordre de gigabits (G bit/s). Les fibres optiques ont constitué l'un des éléments clef de la révolution de la télécommunication optique. Ses propriétés sont également exploitées dans l'imagerie et dans l'éclairage à cause de ses nombreux avantages.

2.2.1. Les avantages des fibres optiques [11]

- Ø Les fibres sont de petites dimensions, ce qui permet la construction de câbles très petits, légers, souples et de plus très solides.
- Ø Les possibilités de transmission numériques, assurent pour l'avenir une grande réserve de capacité (10 à 100 fibres) à hautes débits (>Bit/s).
- Ø Le support de transmission est un diélectrique qui entraîne une insensibilité aux parasites électromagnétique et une très bonne isolation électrique entre les deux extrémités de la liaison.

- ∅ Les prix de la fibre restent faibles, car la matière de base utilisée, la silice (verre très pur composé de dioxyde de silicium) est très abondante sur la terre.
- ∅ Les moyens actuels de production permettent déjà l'obtention de fibres optiques ayant un affaiblissement très réduit, les valeurs rendent possible la réalisation de liaisons de plusieurs dizaines de kilomètres sans amplification.
- ∅ Il n'y a pas de diaphonie avec l'emploi des fibres optiques.

2.2.2. Structure de la fibre optique [12]

La fibre optique est un guide d'onde qui se présente comme un fil fin de verre et en réalité constitué de deux diélectriques concentriques :

- Un diélectrique interne, le cœur d'indice de réfraction n_1 .
- Un diélectrique externe, la gaine d'indice de réfraction n_2 , légèrement inférieur à celui du cœur. Le diamètre du cœur varie de 8-10 μm à 50 μm selon le type de la fibre, celui de la gaine est de 125 μm .

Valeurs typiques d'indices de réfraction :

Cœur : $n_1 \cong 1,48$

Gaine : $n_2 \cong 1,46$

La fibre est protégée extérieurement par un revêtement dit primaire réalisé en général par un matériau en plastique.

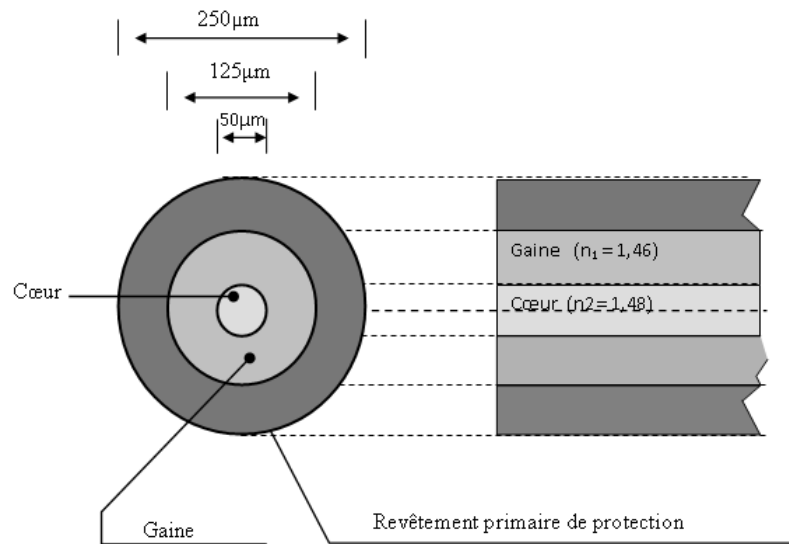


Figure 2.1 : Structure de la fibre optique.

2.2.3. Fabrication de la fibre optique [12]

La fabrication des fibres se décompose en 2 étapes :

- **Réalisation d'une préforme** : sorte de barreau de verre d'un mètre de long(ou plus dans les nouveaux procédés) et de quelques centimètres de diamètre permettant de fabriquer environ 250km de fibre.
- **Fibrage** (étirage de la préforme) : la préforme, placée dans un four, situé en haut d'une « tour de fibrage », est fortement chauffée pour être étirée sous forme de fibre dont le diamètre est vérifié avec précision.

2.2.3.1. Réalisation d'une préforme

Les technologies de fabrication sont complexes et évoluent en permanence pour améliorer les caractéristiques et réduire les coûts.

Il existe plusieurs techniques pour la fabrication des préformes. Une de ces techniques est le procédé MCVD (Modified Chemical Vapour Deposition). Dans ce procédé, un courant gazeux circule dans un tube de quartz chauffé par un chalumeau. Le dépôt, interne, se fait par couches concentriques, obtenues par oxydation à l'intérieur du tube en rotation. Les couches disposées correspondent au cœur et à la partie interne de la gaine optique. On peut ainsi contrôler l'indice de chaque couche très précis.

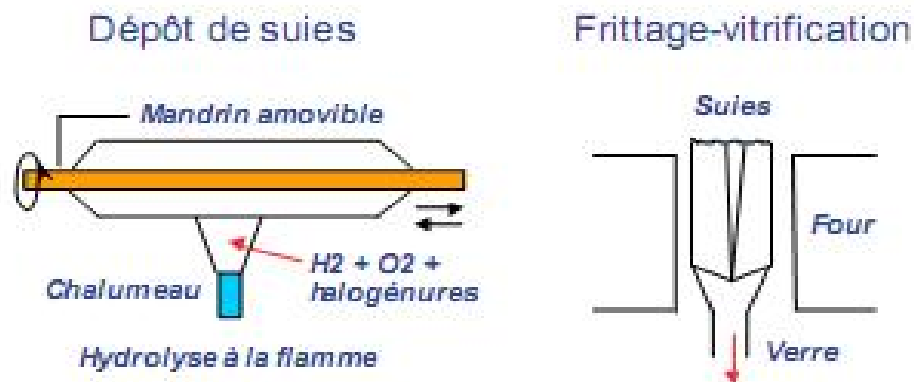


Figure 2.2 : Réalisation d'une préforme.

2.2.3.2. Fibrage

Placée dans un four à 2000° C la préforme ramollit. Elle est alors étirée en fibre, dont le diamètre est vérifié avec précision.

Après cette première mesure de diamètre, la fibre est protégée par un revêtement primaire en époxy (250µm ; enduction de résine suivie d'une polymérisation dans un four). Ce revêtement est nécessaire pour protéger mécaniquement la fibre et en permettre la manipulation. Elle est enfin enroulée sur un tambour. L'ensemble obtenu est appelé « fibre nue ».

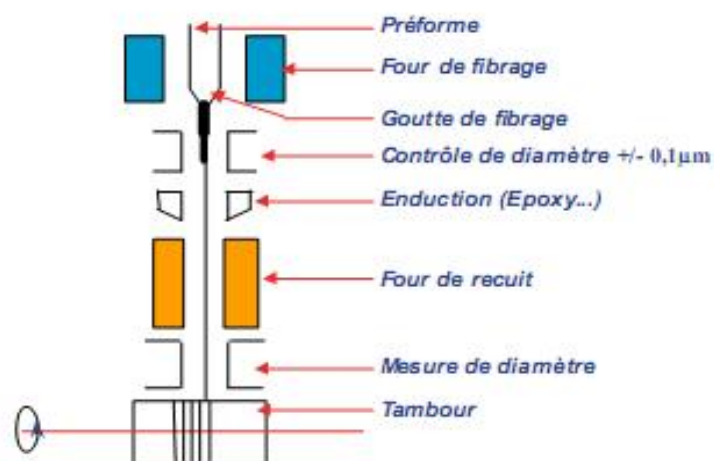


Figure 2.3: Fibrage

2.2.4. Types de fibre optique [15]

Les fibres qui intéressent le domaine des télécommunications sont de deux types :

- Ø Les fibres multimodes
- Ø Les fibres monomodes

2.2.4.1. Fibre optique multimodes

Les fibres multimodes, ont été les premières sur le marché. Elles ont pour caractéristiques de transporter plusieurs modes (trajets lumineux). Du fait de la dispersion modale, on constate un étalement temporel du signal proportionnel à la longueur de la fibre. En conséquence, elles sont utilisées uniquement pour des bas débits ou de courtes distances.

Les fibres multimodes ont un diamètre de cœur de $50\mu\text{m}$ et de gaine de $125\mu\text{m}$ et se divisent en deux groupes :

a-Fibre multimode à Saut d'indice

Elle est connue sous le nom de fibre à saut d'indice car cette appellation est due à la transition rapide entre l'indice de réfraction du cœur et celui de la gaine à leur interface. Donc le cœur et la gaine présente des indices de réfraction différents et constants. Le passage d'un milieu vers l'autre est caractérisé par un saut d'indice. Le faisceau lumineux injecté à l'entrée de la fibre va atteindre la sortie en empruntant des chemins optiques différents ce qui se traduit par des temps de propagation différents et donc un étalement du signal transmis. Ce phénomène est appelé dispersion modale.

La fibre optique multimode à saut d'indice présente une dispersion intermodale importante à cause de la différence de vitesse du groupe des modes qui s'y propagent. Ceci réduit la bande passante de la fibre à saut d'indice multimode pour des applications dont la bande passante est réduite, ils sont rarement utilisés en télécommunication. Son diamètre de cœur varie entre 100 et $200\mu\text{m}$, et celui de la gaine entre 150 et $380\mu\text{m}$ le délai T varie de 10 ns à 20 ns et la fréquence entre 600 MHz et 850 MHz et sa bande passante peut atteindre jusqu'à 200 MHz/KM avec un débit de 50 Mb/S .

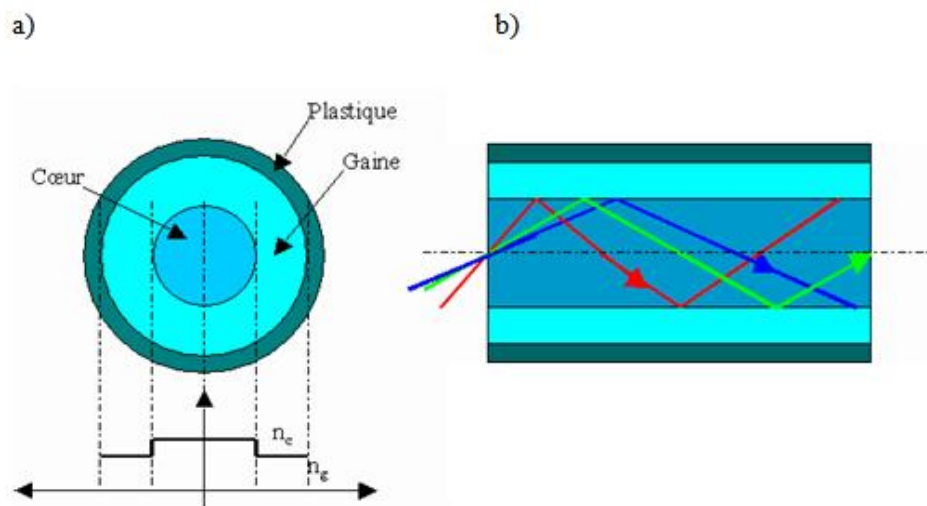


Figure 2.4 : a) section et profil d'indice d'une fibre multimodes à saut d'indice.
b) chemins optiques empruntés par les rayons lumineux.

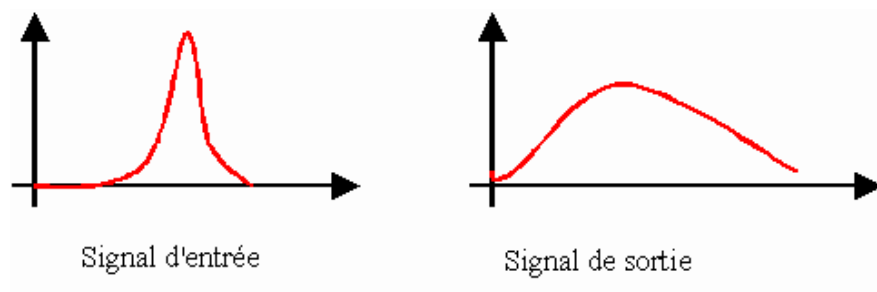


Figure 2.5: Etallement du signal optique dans une fibre multi modes à saut d'indice.

b-Fibre multi mode à gradient d'indice

Dans une fibre optique à gradient d'indice, l'indice de réfraction du cœur n'est pas constant, il est plutôt maximale au centre de la fibre et diminue progressivement jusqu'à l'interface de la gaine.

La lumière parcourant le centre de l'âme circule plus lentement que la lumière circulant dans les modes extérieurs. De ce fait la lumière pénétrant dans l'âme dans des modes différents est encore de la fibre au même moment ce qui veut dire que l'on a réduit la dispersion modale. Ce profil d'indice de réfraction peut être obtenu en variant

la concentration en dopant lors de la fabrication de la préforme. Dans une fibre de ce type, la lumière n'est plus réfléchi à l'interface cœur-gaine, mais est plutôt courbée progressivement lorsqu'elle s'en approche.

En outre la fibre à gradient d'indice apporte deux améliorations à la fibre à saut d'indice. Le cœur est deux à quatre fois plus petit et il est constitué de couches successives pour permettre de mieux guider le rayon lumineux et réduire la déformation du signal.

Elle est caractérisée par :

Un diamètre de cœur qui varie entre $50\mu\text{m}$ et $62.5\mu\text{m}$, diamètre de gaine qui ne dépasse pas $125\mu\text{m}$ et un diamètre de revêtement protecteur de $230\mu\text{m}$.

Une bande passante qui varie entre 500 et 1500 MHz/KM le délai T est varié de 200 à 800 PS, l'ouverture numérique est d'environ 0.206 et un angle d'acceptance maximale de 11.9° .

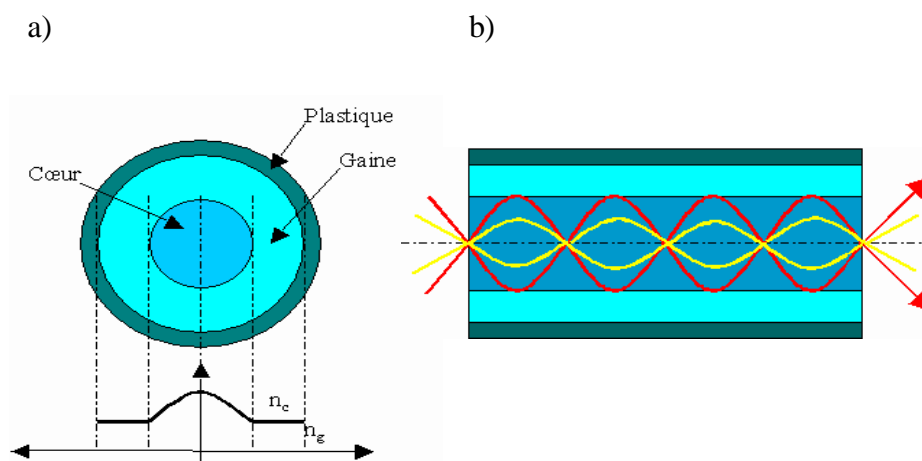


Figure 2.6: a) section et profil d'indice d'une fibre multimodes à gradient d'indice.

b) chemins optiques empruntés par les rayons lumineux.

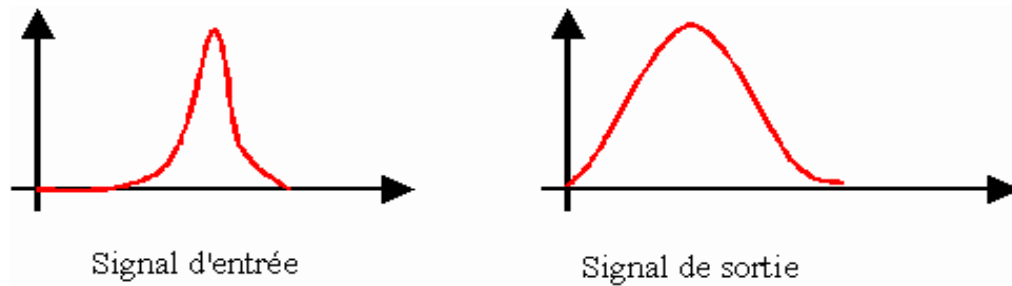


Figure 2.7 : Etallement du signal optique dans une fibre multimodes à gradient d'indice

2.2.4.2. La fibre optique monomode – SMF (Single Mode Fibre)

Cette catégorie de fibre optique est employée comme moyen de transmission optique dans le réseau de télécommunication à cause de leurs avantages :

- Durée de vie du support de transmission environ 20 ans.
- Faible perte de puissance et grande quantité d'informations à transmettre.
- Absence de dispersion modale.
- Compatibilité avec les technologies modernes.

Le diamètre du cœur est inférieur à $10\mu\text{m}$ de telle sorte qu'il ne puisse avoir que sélection d'un seul mode de propagation qui va se propager au voisinage de l'axe.

Le diamètre de la gaine est compris entre $50\mu\text{m}$ et $125\mu\text{m}$. Ce type de fibre nécessite une de lumière quasiment monochromatique (diode Laser).

Les fibres optique monomodes ne subissent pas une dispersion modale elles sont très utilisées dans les télécommunications des signaux analogiques et numériques occupant une large bande passante de 1GHZ sur une grande distance.

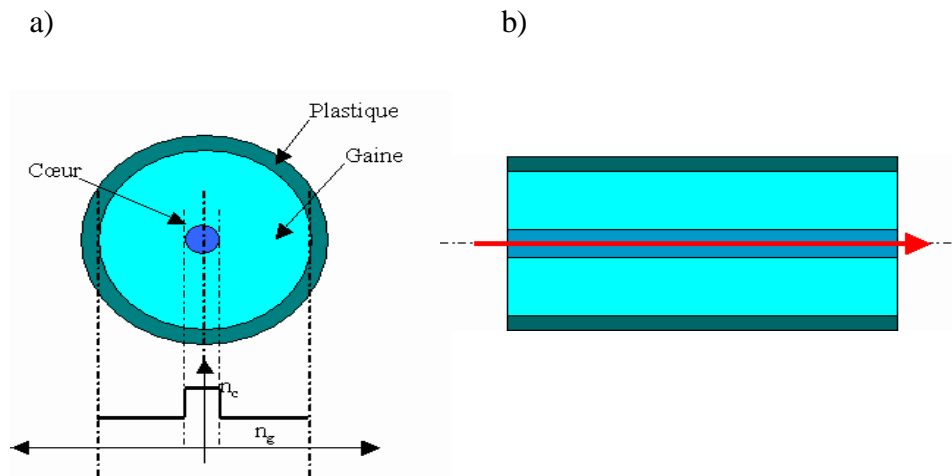


Figure 2.8 : a) section et profil d'indice d'une fibre monomode.
 b) le chemin optique emprunté par les rayons lumineux est unique.

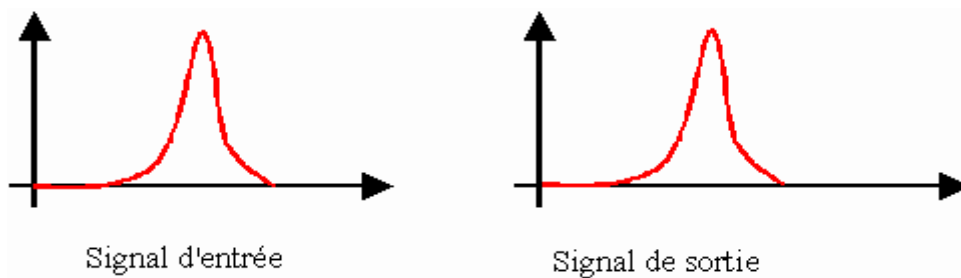


Figure 2-9 : Etallement du signal optique dans une fibre monomode.

Le tableau (2.1) illustre les différentes caractéristiques des deux supports

Fibre monomode	Fibre multimode
Faible dispersion	Forte dispersion
Connexion délicate	Connexion facile
Faible atténuation	Forte atténuation
Hauts débits, longues distances	Réseaux locaux

Tableau 2.1 : Caractéristiques des deux fibres.

2.3. La lumière et la fibre optique [4]

La lumière est le principal élément de la fibre optique c'est elle qui transporte toutes les informations. La lumière transportée dans la fibre optique n'arrive pas toujours au bout, elle est quelques fois malheureusement perdue. Mais plus le diamètre de la fibre sera petit, moins le risque de perte de lumière sera grand, car l'angle d'incidence de la lumière sur la gaine sera très faible mais aussi la quantité possible de lumière transportée sera inférieure.

2.3.1. La Transmission dans une fibre optique [16]

Le phénomène de réflexion et réfraction est très important, car sans ce phénomène une information portée par une onde lumineuse ne pourra jamais atteindre la destination voulue dans un support optique (fibre optique).

La fibre optique est un support d'onde optique, dont l'information à transmettre est transportée par des ondes lumineuses guidée par la fibre suivant le principe de réflexion qui se produit au niveau de frontière entre le cœur et la gaine, donc la lumière est guidée dans l'âme par réflexion interne.

La figure (2-10) illustre le chemin emprunté par un rayon lumineux le long de la fibre.

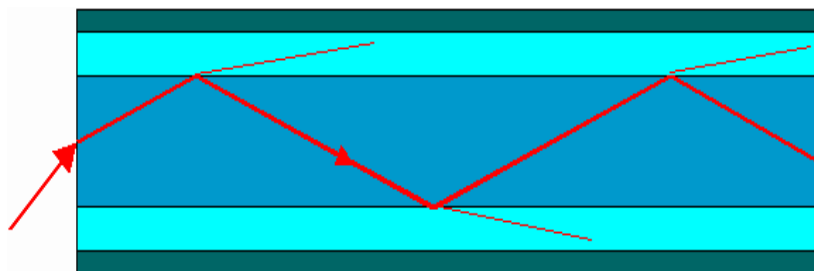


Figure 2.10: chemin parcouru par un rayon lumineux dans une fibre optique.

2.3.2. La réflexion et la réfraction de la lumière [12]

Lorsque un rayon lumineux traverse un verre d'indice de réfraction n_1 pour venir frapper un verre d'indice n_2 plus faible, il change de direction et de vitesse.

Si l'angle d'incidence α_1 est inférieur à l'angle limite α_{max} , le rayon de lumière est totalement réfléchi, on parle alors de réflexion.

Par contre, si l'angle d'incidence α_1 est supérieur à l'angle limite α_{max} , le rayon lumineux est réfracté, on parle de réfraction. L'angle limite pour une réfraction totale est fonction du rapport entre les deux indices de réfraction comme le montre la figure, il est donné par la relation :

$$\cos \alpha_{max} = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots (2.1)$$

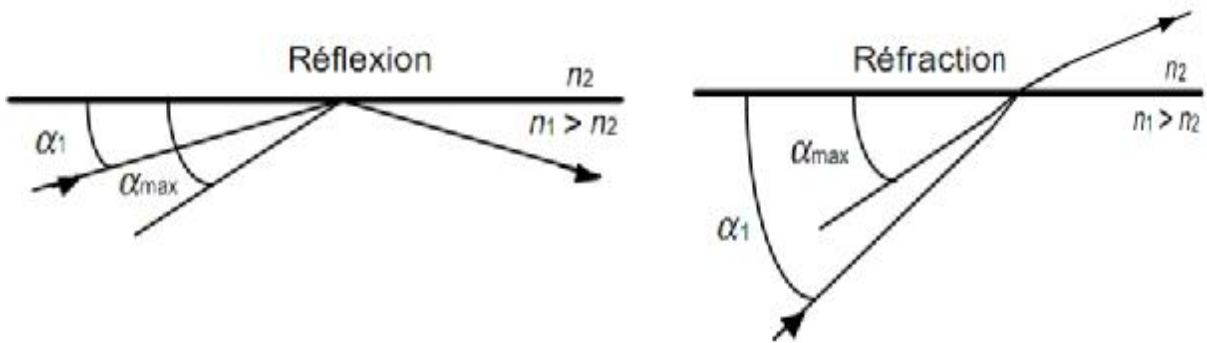


Figure 2-11 : la réflexion et la réfraction de la lumière

Exemple :

L'angle d'incidence maximum entre l'eau ($n_2=1.33$) et l'air ($n_1=1$) est:

$$\cos \alpha_{max} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1.33} = 0.752 \Rightarrow \alpha_{max} = 42^\circ$$

Pour tous les rayons lumineux en provenance du soleil ayant un angle d'incidence inférieur à 42° , il y a réflexion de ces rayons lumineux dans l'air.

2.3.3. L'ouverture Numérique [11]

Pour qu'un rayon lumineux se propage dans la fibre avec un angle θ inférieur à l'angle limite θ_{max} , il doit être injecté dans la fibre selon un angle d'incidence maximal θ_0 , appelé angle d'acceptance.

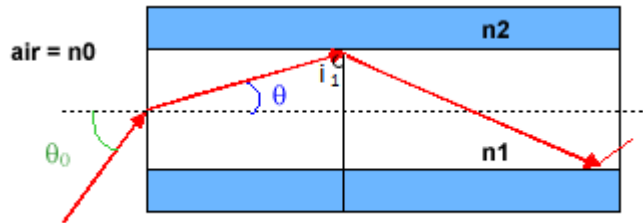


Figure 2.12 : Ouverture Numérique

Le rayon lumineux dans l'air à pour indice de réfraction $n_0=1$, l'angle d'acceptance dépend seulement des indices de réfraction n_1 et n_2 . L'angle incident θ_0 à l'entrée de la fibre est donné par la loi de Descartes.

D'après la loi de Descartes on a :

$$n_0 \sin(\theta_0) = n_1 \sin(\theta) \dots\dots\dots(2.2)$$

Avec : $\theta = \pi/2 - i_1$

Soit :

$$\sin(\theta_0) = n_1 \sin(\pi/2 - i_1) = n_1 \cos(i_1) = n_1 \sqrt{1 - \sin^2(i_1)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Pour avoir une réflexion total dans la fibre, l'angle d'incidence i_1 dans la fibre doit être supérieur à l'angle d'incidence critique i_{1c} .

$$\text{Donc : } \sin i_1 > \sin i_{1c} \Rightarrow \sin^2 i_1 > \sin^2 i_{1c}$$

$$\Rightarrow -\sin^2 i_1 < -\sin^2 i_{1c}$$

$$\Rightarrow (1 - \sin^2 i_1) < (1 - \sin^2 i_{1c})$$

$$\Rightarrow \sqrt{(1 - \sin^2 i_1)} < \sqrt{(1 - \sin^2 i_{1c})}$$

$$\Rightarrow n_1 \sqrt{(1 - \sin^2 i_1)} < n_1 \sqrt{(1 - \sin^2 i_{1c})}$$

On remplaçant dans la relation (1) on aura :

$$\sin \theta_0 < \sin \theta_{0max} \quad \text{tel que } \theta_{0max} \text{ correspond à } i_{1c} \Rightarrow \theta_0 < \theta_{0max}$$

Calcul de l'ouverture numérique :

De la relation (2.3) on tire $\sin\theta_{0\max} = n_1 \sqrt{1 - \sin^2 i_{1c}}$, alors que $\sin^2 i_{1c} = (n_2/n_1)^2 \Rightarrow$
 $\sin\theta_{0\max} = n_1 \sqrt{1 - (n_2/n_1)^2} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

On définit alors l'ouverture numérique (ON) d'une fibre par $\sin\theta_{\max}$ qui est donnée par la relation :

$$ON = \sin\theta_{0\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

2.3.4. Mode dans une fibre optique [4]

La fibre optique est un guide diélectrique et la propagation du rayonnement lumineux se fait suivant plusieurs modes. Les équations de Maxwell nous permettent de trouver les structures du champ électromagnétique, tenant compte de la structure interne de la fibre optique : profil d'indice, rayon du cœur, diamètre de la gaine, longueur d'onde de travail et l'ouverture numérique ON.

Il existe différents modes, les modes guidés dans le cœur, un continu de modes radiatifs non guidés et les modes évanescents qui se propagent en dehors de cœur. Les modes sont les différents chemins optiques que peut suivre le signal dans la fibre optique, le nombre de modes expérimentaux sont donnés par :

$$N = \left(\frac{2\pi}{\lambda} d \sqrt{n_c^2 - n_g^2} \right)^2 = \left(\frac{2\pi}{\lambda} d ON \right)^2 \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Où :

λ : longueur d'onde

d: diamètre du cœur

Le nombre de modes dépend du diamètre du cœur au carré.

Il est donc important de diminuer le diamètre afin de se retrouver avec un minimum de modes.

2.3.5. Les équations de propagations [8]

Dans une fibre optique la propagation se fait dans une structure cylindrique, donc les coordonnées naturellement utilisées sont les coordonnées cylindriques (r, ϕ, z) . La solution recherchée est harmonique avec une propagation dans le sens de l'axe (oz) . La solution générale du champ électromagnétique se propageant dans la fibre et correspondant à l'onde lumineuse est donnée par :

$$\vec{E} \equiv \vec{E}_0(r, \phi) \exp j (wt - \beta z) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\vec{H} \equiv \vec{H}_0(r, \phi) \exp j (wt - \beta z) \dots\dots\dots(2.7)$$

Où :

E, H champ électrique et magnétique respectivement.

2.3.6. Bandes passantes d'une fibre optique [12]

La bande passante est un des paramètres les plus importants pour définir les propriétés de transmission d'une fibre optique. Lorsque cette fibre est utilisée comme support de transmission, il est toujours important de connaître sa capacité de transmission.

Physiquement, les facteurs limitatifs de la bande passante sont les dispersions chromatiques et modales. La bande passante d'une fibre n'est donc pas une caractéristique intrinsèque, elle est influencée par des paramètres externes qui dépendent de la source (longueur spectrale).

2.3.7. L'atténuation de la lumière dans une fibre optique [11]

Dans une fibre optique réelle on constate que toute l'énergie lumineuse entrante n'est pas récupérée en sortie. On peut dire que l'atténuation est la perte de puissance dans une impulsion lumineuse alors qu'elle est guidée dans la fibre ; donc elle est un facteur très important dans la conception des systèmes de communication optique, puisque elle joue le rôle majeur dans la détermination de la distance maximale sans restriction de signal. L'atténuation du signal ou perte de puissance dans la fibre, est définie comme rapport de la puissance optique d'entrée sur la puissance optique de sortie exprimé en décibel dB comme suit :

$$\alpha \text{ (dB)} = -10 \log \left(\frac{p_{\text{entrée}}}{p_{\text{sortie}}} \right) \dots \dots \dots (2.8)$$

En transmission optique on définit trois fenêtres de transmission :

Les fenêtres 1 et 2 résultent d'un compromis technico-économique entre l'atténuation apportée par la fibre et les composants optoélectroniques utilisés en fonction des applications.

La fenêtre 3 correspond à l'atténuation minimale mais exige des composants optoélectroniques très performants, elle est réservée aux applications à haut débit et longues distances.

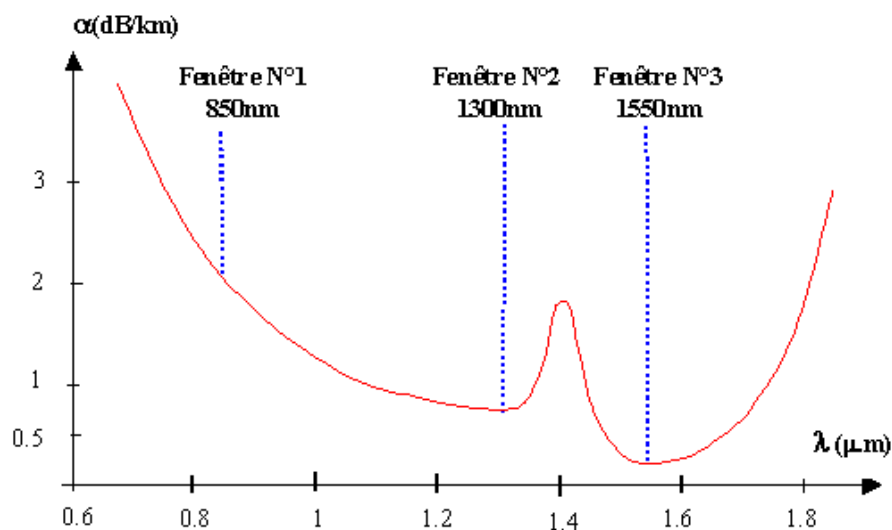


Figure 2.13 : Les plages d'atténuation dans une fibre optique.

2.3.7.1. Les différents types d'atténuations

On peut classer les causes d'atténuations en deux natures qui sont :

a. Atténuation Intrinsèque (liées à la nature de la fibre)

L'atténuation intrinsèque de la fibre exprimée en dB/Km est liée à plusieurs paramètres, principalement à l'absorption de la puissance lumineuse. Elle est due aux impuretés dans le cœur et dépend de la longueur d'onde de la lumière utilisée. On a donc intérêt à réaliser des fibres avec des longueurs d'ondes qui présentent les atténuations les plus faibles.

b. Atténuation Extrinsèque

L'atténuation extrinsèque dans une fibre optique est due à plusieurs facteurs qui ont une relation directe avec une mauvaise manipulation d'un technicien.

Si la fibre en elle-même présente une atténuation très faible, les pertes dues à la connectique au niveau des raccords et au niveau de l'injection du faisceau lumineux, peuvent être très importantes si des précautions ne sont pas prises par les techniciens, les pertes peuvent être de plusieurs origines.

2.3.8. La Dispersion de la lumière dans la fibre optique [16]

Le développement des fibres monomodes, aujourd'hui largement maîtrisé, permet de repousser ces limitations. Cependant, une autre cause de phénomène de dispersion se traduit par un élargissement des impulsions au cours de la propagation, cet élargissement limite la bande passante du canal de fibre optique, il existe deux types de dispersion :

2.3.8.1. La dispersion chromatique

Le développement des fibres monomodes, aujourd'hui largement maîtrisé, permet de repousser ces limitations. Cependant, une autre cause de dispersion intervient dans les caractéristiques de propagation des fibres monomodes. Il s'agit de la dispersion chromatique qui résulte de la différence de vitesse de groupes des différentes composantes spectrales du signal de transmission.

2.3.8.2. La dispersion modale

Qui résulte de la différence de temps de propagation des différentes modes qui se propagent dans la fibre multimodes.

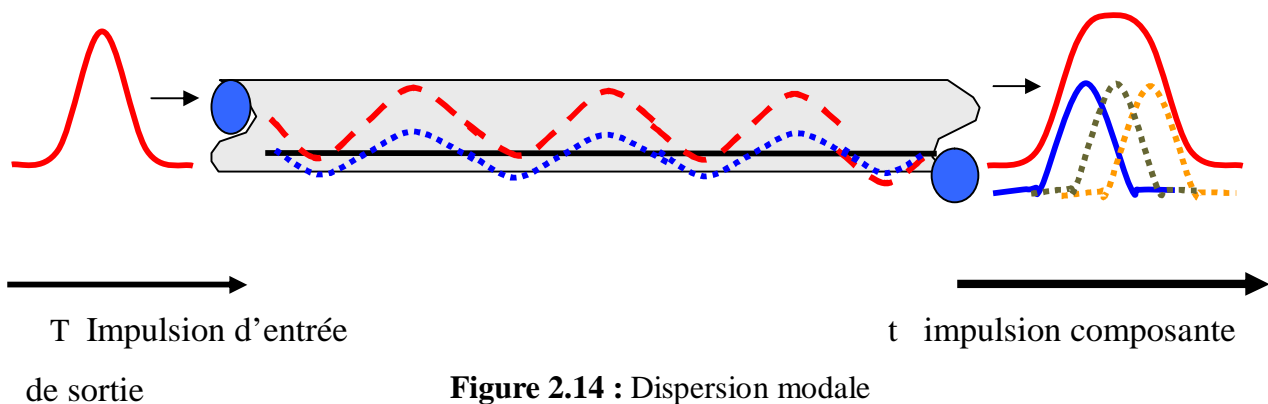


Figure 2.14 : Dispersion modale

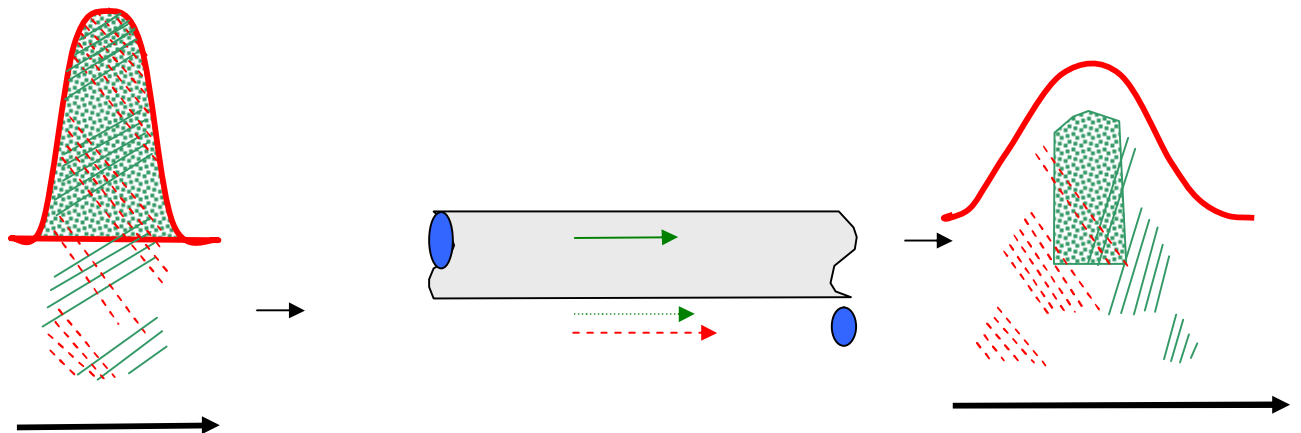


Figure 2.15 : Dispersion chromatique

2.4. Raccordement des fibres optiques [4]

Le raccordement des fibres optiques pour les transmissions à grande distance est indispensable, cela nécessite de les couper à la longueur appropriée à chaque répéteur et de les connecter à d'autres composants.

Lorsque les câbles optiques ont été mis en place, vérifiés par un réflectométrie, pour détecter des dégâts éventuels que la fibre aurait pu subir lors du tirage, il ne reste plus qu'à poser les connectiques appropriées. Soit de type connecteurs ou des épissures, qui permettent de réaliser ce raccordement.

Selon la nature de la liaison à établir, on peut distinguer trois types de raccordements

- les raccordements fixes.
- les raccordements semi-fixes.
- les raccordements démontables.

2.4.1. Les raccordements fixes

Ce sont des raccordements qu'il ne sera plus possible d'ouvrir une fois qu'ils sont posés, leur destination principale est la mise bout à bout de plusieurs câbles optiques afin de constituer des liaisons à grande portée.

Trois techniques sont utilisées dans ce type de raccordement :

2.4.1.1. La soudure

La soudure est une technique de raccordement fixe la plus récente, cela consiste à chauffer les deux extrémités de la fibre de manière que la silice atteigne son point de fusion cela se fait avec la fusionneuse FSM-50S qui accomplit une fusion en 9 second qu'on a eu de la chance de voir pratiquement. Les différentes étapes de raccordement, sont résumées ci-dessous:

1-Mise en route « ON ».

2-Réglage du système de centrage de protection de soudure (manchon).

3-Dénudage et nettoyage de la fibre optique :

Dénuder 30 à40 mm du revêtement extérieur depuis l'extrémité de la fibre avec une pince à dénuder puis nettoyer la fibre avec l'alcool probablement mis sur un tissu non plucheux propre.

4-couper la fibre avec une cliveuse.

5-Mise en place des fibres dans la soudeuse :

Ouvrir le pare-vent et les mâchoires tenant la gaine de la fibre. Placer les fibres préparées dans la gorge en v de manière à ce que l'extrémité de la fibre se situe entre la sortie de la gorge et l'extrémité des électrodes puis, tenir la fibre avec les doigts et fermer la « mâchoire gaine » afin que la fibre ne bouge plus.

Faire la même chose avec la deuxième fibre en répétant toutes les opérations, en fin fermer le pare vent.

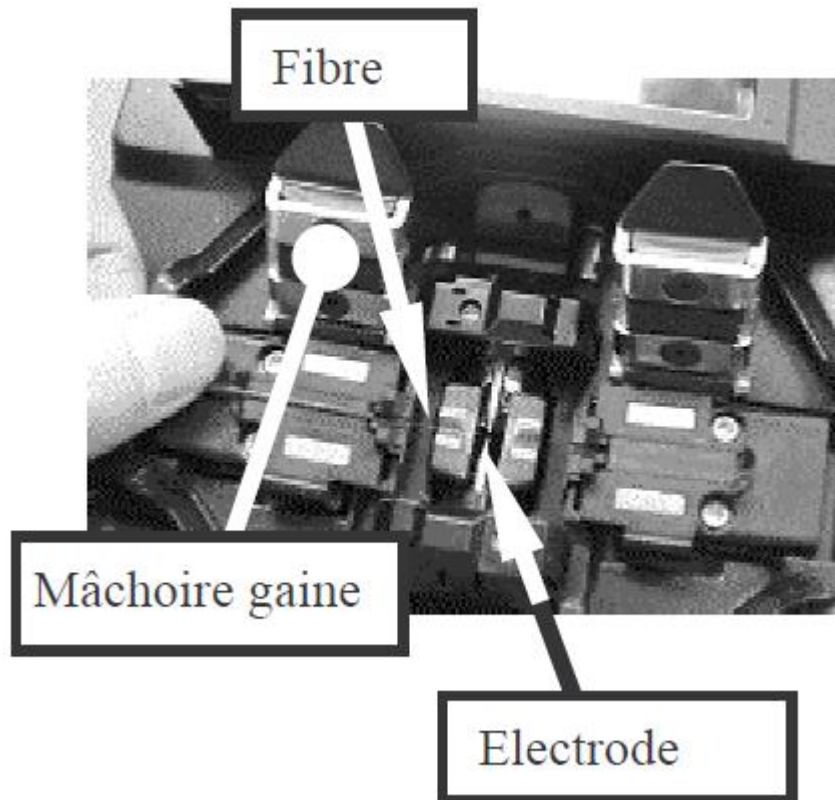


Figure 2.16 : Mise en place des fibres dans la soudeuse

6-procédure de soudure : après inspection de la fibre, les fibres sont alignés cœur à cœur ou gaine à gaine. Après l'alignement complet des fibres, une décharge d'arc permet de souder les fibres et la perte estimée de la soudure s'affiche alors.

7-Retrait de la fibre soudée.

8-Maintien de la fibre lors de la dépose dans le four : placer le manchon de protection au centre de four

9-rétréint du manchon : appuyer sur HEAT pour commencer le rétréint une petite alarme sonne et la led (petite lumière) de la touche HEAT (de couleur orange) s'éteint lorsque le cycle de chauffe est terminé.

Les épissures par fusion présentent des pertes d'insertion très faibles moins de 0.1 dB, pas de réflexion parasite et encombrements très réduits.

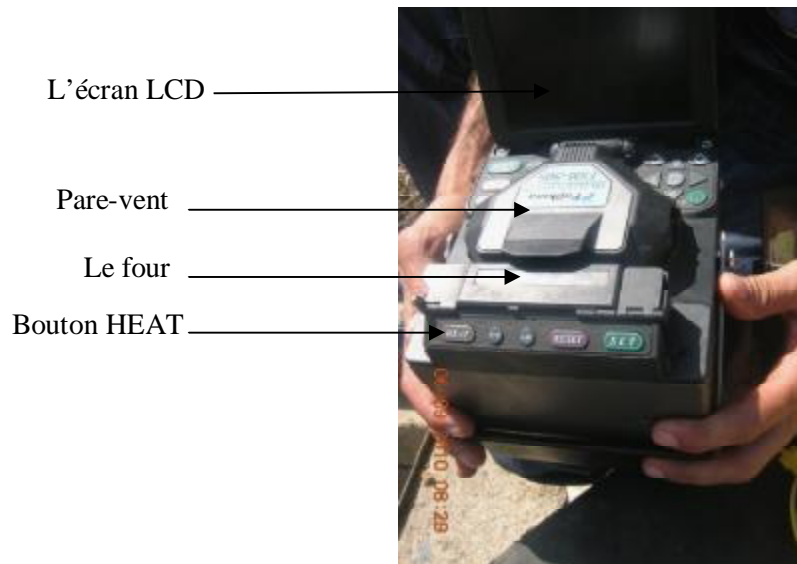


Figure 2.17: La fusionneuse FSM-50S

2.4.1.2. Le collage

Le principe est de noyer dans la colle deux fibres positionnées l'une en face de l'autre. Pour cela on utilise un centreur en élastomère translucide dans lequel une rainure est gravée.

Ce type de raccordement présente un affaiblissement voisin de 0.1 dB.

2.4.1.3. Le sertissage

Le sertissage est un moyen d'épissure deux fibres qui est simple d'utilisation et qui assure une bonne protection. Il existe différents types de sertissage. Suivant les fabricants qui les ont développées, le principe de fonctionnement est toujours le même.

Le sertissage présente l'avantage d'être facile et rapide, la qualité reste tout de même très bonne et les pertes typiques sont de l'ordre de 0.1 dB.

2.4.2. Les raccordements semi-fixes

Ce type de raccordement est un moyen qui permet de mettre les deux fibres bout à bout d'une façon non permanente. On trouve dans cette catégorie de raccordement :

- Le domaine optique: utilisé pour effectuer des mesures comme la vérification du tirage d'un câble avant la mise en place de la connectique définitive.

- Le bornier optique : se présente sous forme d'un raccordement modulaire.
- L'adaptateur pour fibre nue.

2.4.3. Les raccordements démontables

On utilise dans ce type de raccordement, les connecteurs qui réalisent un raccordement avec une bonne résistance mécanique, utilisé en un nombre de manœuvre importantes, il est généralement constitué de deux fiches et d'un raccord ou d'une embase et d'une fiche, les connecteurs sont utilisés aux extrémités de la liaison pour le raccordement aux équipements d'émission et de réception et dans les répartiteurs optiques(voir figure 2.18).



Figure 2.18 : raccordement de deux fibres

Aujourd'hui les connecteurs pour fibres monomodales ont une perte d'insertion moyenne inférieure à 0.5dB.

2.5. Les pertes d'épissurages

La réalisation de fibres de plusieurs km résulte toujours de la mise bout à bout de tronçons plus courts. A chaque jonction, le raccordement entre deux tronçons va présenter trois types de défauts tous combinables entre eux.

2.5.1. Pertes liées à l'écart axial

Ces pertes sont données en fonction de la distance (l) entre les deux fibres, de l'indice de réfraction des fibres (n), du diamètre des fibres (D) et de la longueur d'onde utilisée (voir figure 2.19.a):

$$P_{ax} (dB) = -10 \log \left(1 + \left(\frac{l \cdot l}{2 p n D} \right)^2 \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

2.5.2. Pertes liées à l'écart radial

Ces pertes sont données par l'expression :

$$P_{rad} (dB) = 10 \log \left(\exp \left(- \frac{d^2}{D^2} \right) \right) \dots\dots\dots (2.10)$$

Où d est la distance entre les axes des deux fibres (voir figure 2.19.b)

2.5.3. Pertes liées à l'écart angulaire

Ces pertes sont données par l'expression (figure 2.19.c) :

$$P_{ang} (dB) = 10 \log \left(\exp \left(- \left(\frac{p \cdot n D a}{2} \right)^2 \right) \right) \dots\dots\dots (2.11)$$

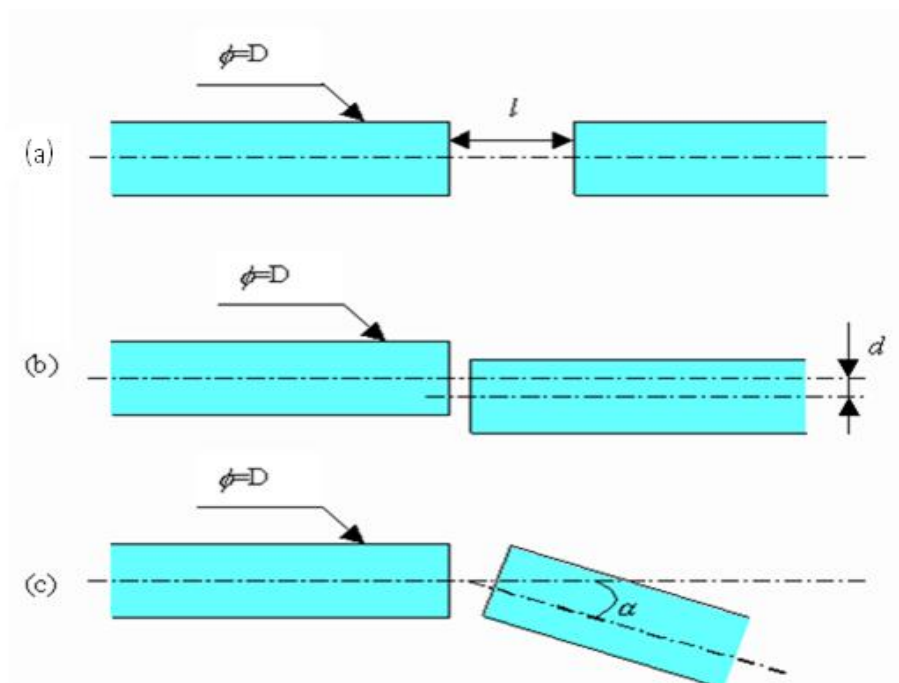


Figure 2.19 : Raccordement dans la fibre optique

2.6. La communication par fibre optique [7]

Pour mieux comprendre le principe de la communication par fibre optique, il est intéressant d'étudier les conversions électriques et optoélectroniques s'opérant par les transducteurs : les sources et les détecteurs optiques. Mais avant cette étude, différents éléments qu'on peut retrouver dans une structure d'un système de transmission par fibre optique. Il est à distinguer les principaux éléments suivants dans ce genre de système :

Des transducteurs électro-optique à l'entrée (l'émission), optoélectroniques en sortie (en réception). Ces transducteurs transforment le signal électrique en un signal lumineux(en entrée) et le signal lumineux en signal électrique (en sortie).

Un modulateur électrique pour mettre l'information à transmettre sous une forme adéquate (par exemple en modulation de fréquences FM), avant de l'offrir au transducteur électro-optique.

Un démodulateur électrique pour effectuer l'opération inverse à la réception et restituer l'information transmise.

2.6.1. Conversion de signaux électro-optiques [15]

Pour la transmission de signaux lumineux par des fibres optiques il faut, aux deux extrémités de la fibre, des éléments émetteurs et récepteurs capables de convertir les signaux électriques en signaux lumineux et réciproquement (figure 2.20).

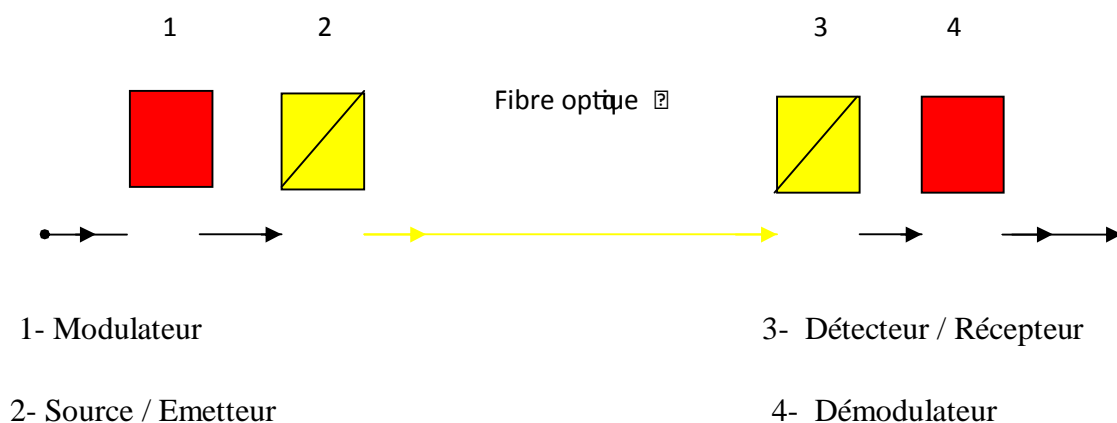


Figure 2.20 : Principe d'un système de transmission à fibres optiques

Du côté émetteur, un signal électrique module l'intensité d'une source lumineuse. Le signal optique est couplé dans la fibre et arrive du côté récepteur où un détecteur optique retransforme le signal optique en un signal électrique.

2.6.2. Modem de transmission [5]

Le modem (Modulateur- Démodulateur) est un appareil permettant de convertir de signaux électrique en signaux préalablement recherché, dans notre travail on a besoin trois types de modems :

- Ø Les modems MFSxxxR
- Ø Les modems MISFST2/4V
- Ø Les modems MFMSxxxR

On s'intéresse aux modems MFSxxxR car ce sont les modems utilisés dans les stations principales.

2.6.2.1. Modem fibre optique monomode asynchrone, point à point (10 dB)

Les modems fibre optique monomode MFSxxxB/R, sont destinés à garantir la transmission des données en milieu industriel grâce à l'immunité totale de la transmission optique contre les parasites électriques et électromagnétiques.

Les modems sont disponibles avec une E/S série asynchrone V24, V11, BDC ou RS485. L'interface RS485 supporte les liaisons 4 fils et 2 fils avec/sans gestion RTS.

La compatibilité des versions de la gamme côté fibre optique autorise toutes les combinaisons y compris celles avec des interfaces différentes aux extrémités.

Exemple : V24/V24, V11/RS485 ou V24/BDC.

L'utilisation de convertisseurs d'interfaces aux extrémités n'est plus nécessaire.

Le choix de l'interface et du mode de fonctionnement s'effectue via des menus écrans.

Les modems fibre optique monomode MFS sont transparents aux codes et protocoles. Ils supportent des débits jusqu'à 115,2 Kbps selon le type d'interface côté E/S.

Les modems fibre optique monomode MFS permettent d'étendre les distances autorisées par les différents types d'interfaces en offrant un "budget" fibre optique de 10 dB (MFSxxxR,

MFSxxxB) avec fibre monomode.

Selon l'affaiblissement de la fibre utilisée, les modems fibre optique permettent d'établir des liaisons jusqu'à 16 km (atténuation fibre 0,5 dBm/km).

Les modems fibre optique monomode point à point MFS sont totalement compatibles avec l'ensemble de notre gamme des modems fibre optique monomode.

Les modems fibre optique monomode sont disponibles en :

- Version boîtier autonome MFSxxxB.
- Version rail Din MFSxxxR.

Avec xxx : V24, BDC (mode passif uniquement), V11 ou RS485.

Ils peuvent être équipés en option d'une alimentation DC 24V et 48V.

Référence produits

MFSV24R : Modem F/O monomode, interface E/S V24, boîtier rail Din

MFSBDCR: Modem F/O monomode, interface E/S BDC, Boîtier rail Din

MFSV11R: Modem F/O monomode, interface E/S V11, Boîtier rail Din

MFS485R: Modem F/O monomode, interface E/S RS485, Boîtier rail Din

a. Principe de fonctionnement

Chaque module de communication MFSxxxR peut-être schématisé de la façon suivante :

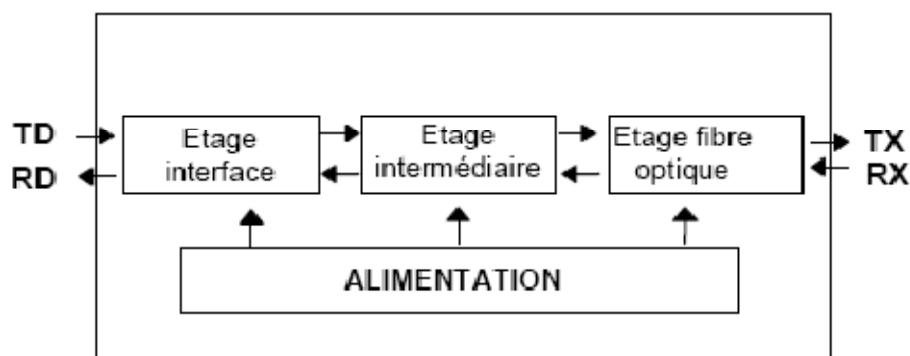


Figure 2.21 : module de communication MFSxxxR

- **Etage Interface (E/S)**

L'étage interface est constitué d'un module comportant les circuits de transmission propres à chaque type d'interface : V24, BDC, V11 ou RS485.

- **Etage intermédiaire**

L'étage intermédiaire supporte la gestion des différents types d'interfaces, avec en particulier le mode d'exploitation HDX dans le mode RS485.

- **Etage fibre optique**

L'étage fibre optique commun sur l'ensemble de la gamme apporte la compatibilité entre les différentes versions et assure la transmission des données sur fibres optiques monomodes.

b. Gestion multipoint (HDX)

En mode multipoint, l'échange bidirectionnel des données implique coté V11 (RS422) et RS485

Une gestion du driver (circuit émission) en fonction des données détectées sur le circuit TD.

Un micro-contrôleur réalise cette gestion selon le principe suivant :

L'activation du driver est réalisée à partir de la détection de bit de start avec maintien jusqu'à un demi-bit après le dernier bit de stop.

Si un bit de start est détecté avant ce délai, le driver reste activé jusqu'au prochain bit de stop.

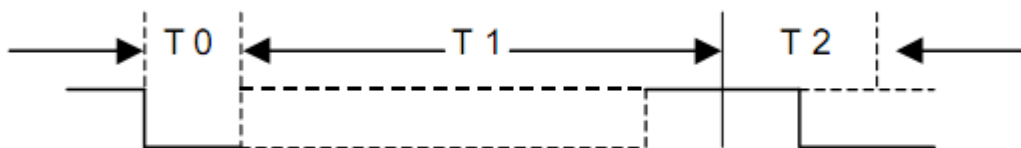


Figure 2.22 : Gestion multipoint

- Ø T0 : Start bit : (Début de caractères)
- Ø T1 : Data : Format déterminé par mini-interrupteur S1
- Ø T2 : Détection niveau état repos.

c. Raccordement

- **Cote interface**

Chaque MFSxxxR comporte un bornier à vis enfichable pour le raccordement de l'équipement informatique

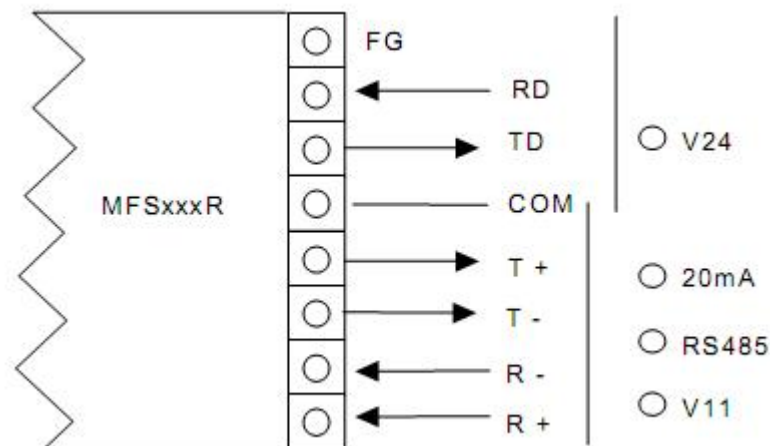


Figure 2.23 : Raccordement

Selon l'indication du type d'interface (•) disponible, les circuits utilisés sont repérés par un trait vertical

- ◆ V24 Interface (RS232)

Le circuit COM correspond au signal 0V (norme électrique)

- ◆ 20mA / RS485 / V11

Le circuit COM dépend de la configuration sélectionnée selon le type d'interface.

En version RS485 2 fils, le bus RS485 est disponible sur les positions R+ (bus coté +) et R-(bus coté -).

- **Cote liaison fibre optique**

Le raccordement coté fibre optique s'effectue par l'intermédiaire de connecteur fibre optique type ST

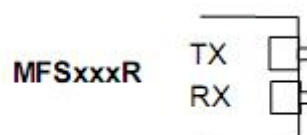


Figure 2.24 : Liaison fibre optique

La connexion entre deux MFSxxxR doit respecter les polarités pour chaque sens de transmission

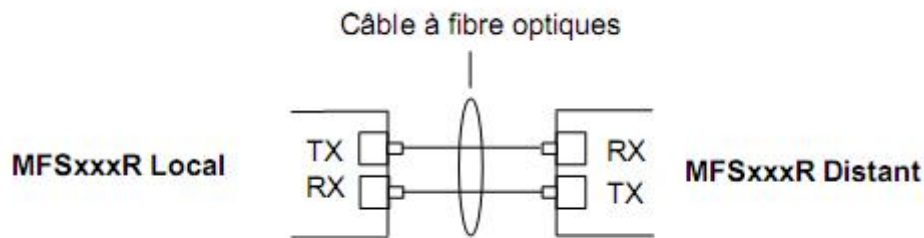


Figure 2.25 : La connexion entre deux MFSxxxR

2.7. Conclusion

La fibre optique permet le transport de débits nettement supérieurs à ceux que peuvent véhiculer les autres supports et ceci avec une meilleure qualité de transmission.

Le développement des télécommunications à haut débit par fibre optique nécessite la mise au point de dispositifs de plus en plus rapides. Les performances des systèmes des communications optiques haut débit (>10Gbit/s) se trouvent influencées par les effets linéaires (dispersion chromatique, dispersion modale, atténuation).

La liaison fibre optique offre un budget disponible de 10 dB ou 17 dB, qui autorise des distances jusqu'à 16 ou 30 Km avec une fibre monomode ayant un affaiblissement de 0,5 dBm/Km.

Chapitre 3

*Etude du système de télégestion par fibre
optique*

3.1. Introduction

Après avoir étudié le système de régulation et les différents équipements constituant l'ouvrage de production d'eau potable au niveau de la station de Ouaguenoun, nous proposons dans ce chapitre un système plus fiable à savoir la télégestion par fibre optique qui consiste à gérer et surveiller à distance les stations de pompes.

3.2. Description générale du système de télégestion

Le système de Gestion Technique Centralisé (Superviseur) installé sur le transfert d'eau potable de Thala-Athman/Tikobaïne, gère les informations techniques des différents sites par l'intermédiaire d'une fibre optique qui est installée tout au long de la conduite de transfert. A chaque point de distribution d'eau potable un automate et un modem de communication sont installés, ce qui permet:

- Ø De connaître en permanence l'état des différents sites, débits d'entrée/sortie, états des stations de pompage (défauts, marche/arrêt, nombre de pompes en service) avec impression des alarmes et des évènements,
- Ø D'informer en temps réel le personnel technique pour intervention des employés de maintenance sur les sites,
- Ø De collecter l'ensemble des données de fonctionnement pour les traiter en temps différés et optimiser ainsi la gestion technique des installations et l'établissement de bilans et courbes de production, diagnostic précis et maintenance préventive.
- Ø De pouvoir faire évoluer l'installation tant au niveau du nombre des points raccordés au système de supervision, qu'au niveau des fonctionnalités (gestion d'astreinte etc.).

3.3. Les appareils constituant l'ouvrage de production

Les appareils utilisés pour la mesure sont des capteurs et pour la commande sont des actionneurs.

3.3.1. Les capteurs [9]

Ils sont destinés à recevoir les signaux provenant de la scène à analyser. Il comprend une surface sensible recueillant les informations lumineuses à travers un organe de focalisation.

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Ils prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative (présence ou déplacement d'un objet, chaleur, lumière, etc....) et les transforment en informations exploitables par la partie commande. Ces informations seront transportées sous forme électrique de type analogique (tension-courant).

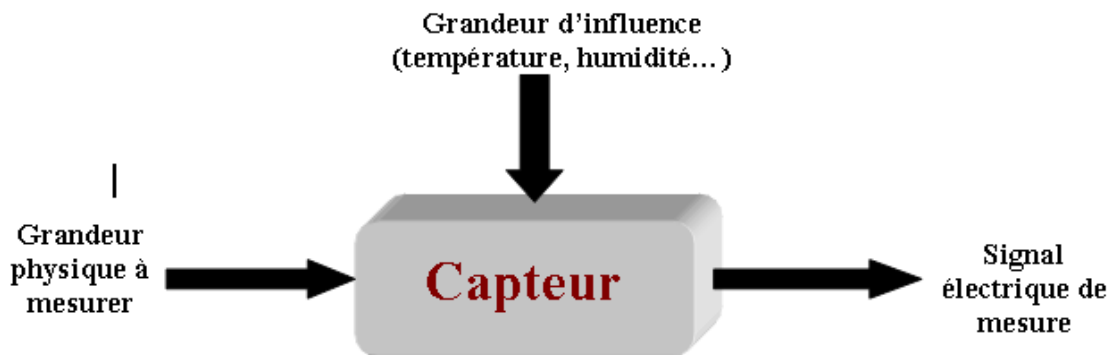


Figure 3.1 : Schéma synoptique d'un capteur

Le choix du capteur sera lui aussi fortement conditionné par les contraintes de l'application. On distingue :

3.3.1.1. Les capteurs actifs

Ce sont tous les capteurs qui nécessitent une source de tension.

Exemple : détecteurs de proximité inductifs ou capacitifs, cellules de détection photo-électrique.

3.3.1.2. Les capteurs passifs

Ce sont tous les capteurs équivalents à un contact sec ouvert ou fermé libre de potentiels.

Dans notre travail nous nous contenterons d'étudier le capteur ultrasonique car c'est le capteur utilisé par l'Algérienne Des Eaux (ADE).

3.3.1.3. Les capteurs ultrasoniques

L'ultrason est une onde acoustique dont la fréquence est trop élevée par l'être humain. Les ondes ultrasonores sont produites électriquement à l'aide d'un transducteur électroacoustique (effet piézoélectrique) qui convertit l'énergie électrique qui lui est fournie en vibrations mécanique grâce aux phénomènes piézoélectrique. L'avantage des capteurs ultrasons est de pouvoir fonctionner à grande distance (jusqu'à 10m). On reconnaît donc le capteur ultrasonique grâce à la couleur blanche de sa tête.

a. Détail de fonctionnement

Le capteur sera placé au sommet de réservoir. L'émetteur envoie un train d'ondes et ensuite le capteur passe en mode réception et attend le retour du signal.

Si un signal est de retour avant 20 ms, l'électronique du capteur détermine le temps que le signal a mis pour faire l'aller-retour et donne la distance à laquelle se situe l'objet détecté sous la forme d'un signal analogique du type 4-20 mA.

Si aucun signal ne revient après 20 ms, le capteur repasse en mode émission et renvoie une salve d'ondes.

La portée du détecteur dépend du temps que celui-ci restera en mode réception. Plus ce temps ne sera long, plus les échos des obstacles éloignés auront la chance de revenir avant l'envoi de l'impulsion suivante. Un potentiomètre permet de régler la portée du détecteur. Ce réglage permet de modifier le temps pendant lequel le détecteur se trouve en mode de réception.

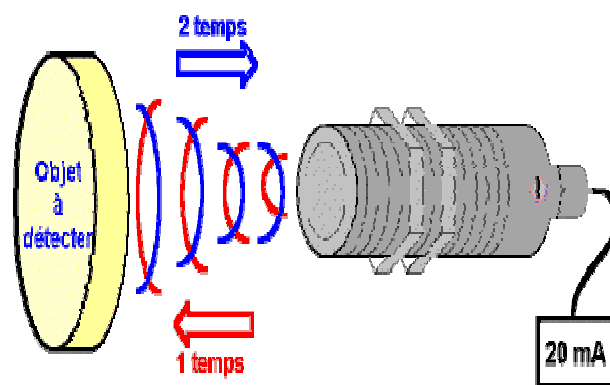


Figure 3.2:a) capteur 4-20 mA

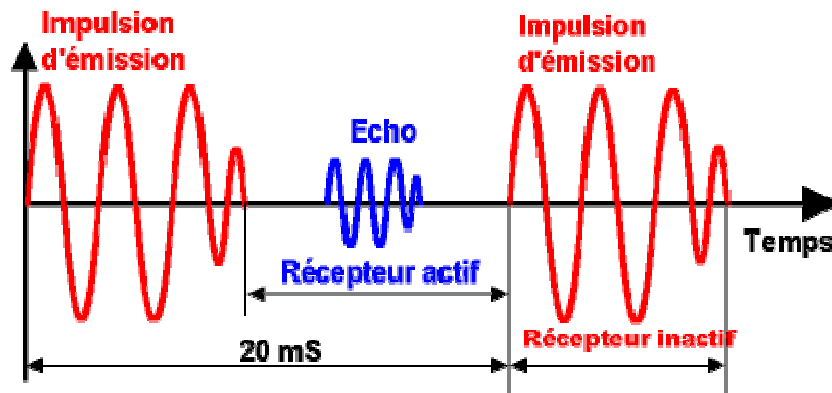


Figure 3.2 :b) principe de fonction

b. Les avantages de la détection à ultrasons

- Ce système a l'avantage de permettre une fréquence de travail élevée, pas de période d'attente pour la réception du signal émis.
- Le capteur permet de détecter tout type de matériau sauf les objets absorbants, les ondes sonores telles que la ouate, le feutre,...
- Le signal est transmis grâce à la présence de l'air, il faut donc éviter les courants d'air qui détourneraient le signal de leurs destinations et aucun fonctionnement possible dans le vide.
- Le signal n'est pas influencé par la poussière et les environnements brumeux.
- Il y a une zone que l'on appelle "zone morte" et qui correspond à la distance minimum que doit avoir l'objet à détecter par rapport au capteur pour que celui-ci fonctionne correctement.
- Il faut éviter de détecter des objets dont l'angle d'inclinaison est trop grand car le signal risque de ne plus revenir, ce qui rendrait toute détection impossible.

3.3.1.4. Sonde de niveau

Cet appareil effectue l'opération de contrôle des niveaux de remplissage des liquides et permet la mise en marche de pompe ou des vannes pour la régulation de niveau. Il assure également la protection contre la marche à vide des pompes, et la protection du trop plein de cuves.

Les sondes sont connectées à l'API.

a. Principe de fonctionnement

Le fonctionnement de sonde à niveau repose sur la variation de débit, mesurée entre les sondes plongée dans le liquide.

Par la conductivité de l'eau, un courant se crée entre une sonde et la sonde de référence selon le niveau d'eau dans la cuve. (Voire figure 3.3)

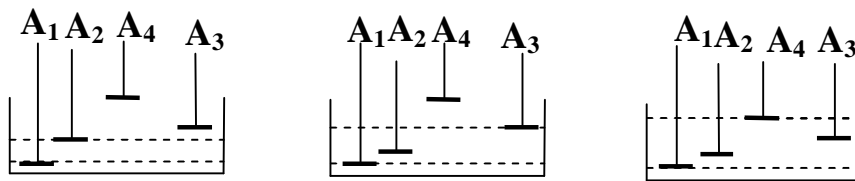


Figure 3.3 : sonde de niveau

A₁ : Sonde de référence (C)

A₂ : Niveau bas (vide)

A₃ : Niveau intermédiaire (Min)

A₄ : Niveau haut (Max)

Au niveau des stations de pompages les sondes de niveau sont utilisées dans les réservoirs de stockage afin de mesurer le niveau d'eau. Ce type de sonde se loge à l'intérieur d'un flotteur à deux lamelles connectées à l'API.

Selon le niveau d'eau, un contact se fait avec les lamelles inférieure ou supérieure et délivrant ainsi une information à l'API pour un traitement adéquat.

3.3.1.5. Débitmètre électromagnétique [13]

Il permet de déterminer la vitesse de passage du fluide conducteur devant la tête du capteur. Délivrante ainsi un signal de mesure analogique 4-20 mA proportionnelle à la vitesse du débit, cet appareil est disponible pour la surveillance de débit.

Il est constitué d'un tube revêtu intérieurement d'un isolant et comportant deux électrodes de mesure.

Les débitmètres utilisés sont de type Proline Promag 50W, 53W qui sont des débitmètres électromagnétiques, pour la mesure du débit de liquides (l'eau et les eaux usées).



Figure 3.4 : Le débitmètre Proline Promag

a. Domaine d'application

Débitmètre électromagnétique pour la mesure bidirectionnelle de liquides avec une conductivité minimale $\geq 5 \mu\text{S/cm}$:

- Eau potable
- Eaux usées
- Boues d'épuration
- Températures du produit jusqu'à $+80^\circ\text{C}$
- Pressions de processus jusqu'à 40 bars
- Connexion à tous les systèmes numériques de contrôle commande usuels :

HART, PROFIBUS DP/PA, FOUNDATION Fieldbus, MODBUS RS485.

b. Principaux avantages

Les appareils de mesure « Promag » offrent une mesure de débit économique avec une précision élevée dans différentes conditions de processus.

- Les transmetteurs Proline offrent :
 - Ø Un concept d'appareil et de configuration modulaire très économique
 - Ø Des options logicielles pour le nettoyage des électrodes.
 - Ø Un concept de configuration unique
- Les capteurs Promag garantissent :
 - Ø Absence de perte de charge.
 - Ø Insensibilité aux vibrations.
 - Ø Installation et mise en service simplifiées.

3.3.2. Les actionneurs [1] [5]

3.3.2.1. Les Vannes motorisées (servomoteur)

Il n'y a aucun processus industriel sans automatisation et aucune automatisation sans servomoteur et vice versa:

Les servomoteurs sont des centres nerveux. Leur fiabilité est capitale pour la sécurité et la viabilité d'installations industrielles dans leur globalité.

Ils s'agissent d'un service tout ou rien ou d'un service de régulation, ou des applications antidéflagrantes nécessitant un indice de protection élevé. On exige du fabricant de servomoteurs une très grande souplesse pour que l'automatisation globale soit possible et appropriée.

C'est pour cette raison qu'AUMA dispose d'une large gamme de produits modulaires incluant des servomoteurs multi tours, quart de tour, linéaire et à levier.

Les unités de contrôle des servomoteurs AUMA piloté par microprocesseurs sont disponibles avec différentes interfaces bus de terrain. Ils permettent un raccordement optimal des vannes motorisées à la régulation du processus. Il est ainsi possible de proposer la solution d'automatisation la plus adaptée à la quasi-totalité des vannes.

Les servomoteurs électriques AUMA sont utilisés en toutes circonstances lorsque l'automatisation d'une vanne nécessite un déplacement en rotation, un déplacement angulaire ou une course linéaire, mais également une manœuvre à l'aide d'un levier.



Figure 3.5: Vanne motorisée

a. Fonctionnement

Manœuvre OUVERTURE - ARRET – FERMETURE :

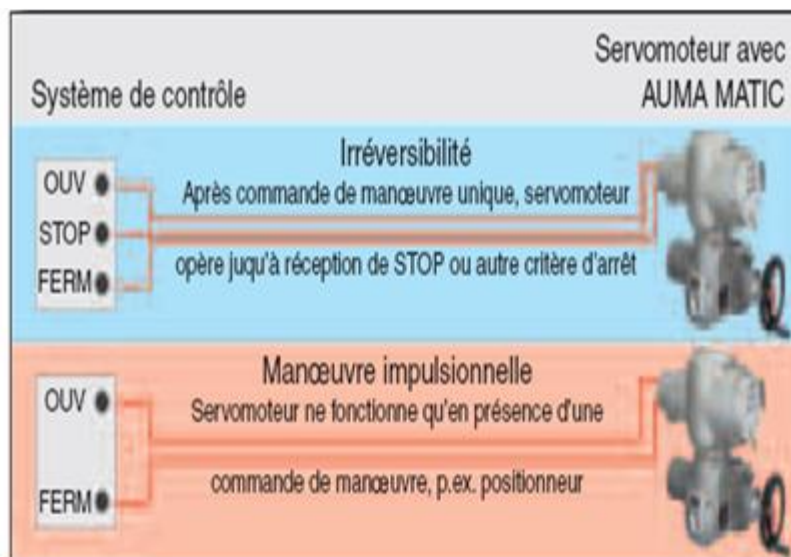


Figure 3.6 : Système de contrôle

Les servomoteurs peuvent être manœuvrés à distance à partir du système de contrôle et de la commande locale au moyen des boutons-poussoirs de commandes ouverture-arrêt-fermeture (manœuvre impulsionnelle). Il est possible de régler indépendamment pour la ma-

manœuvre à distance et la commande locale si le servomoteur doit être opéré en manœuvre impulsionnelle ou en auto-maintien.

Lors de la manœuvre impulsionnelle, le servomoteur est en mouvement pendant la présence d'une commande de manœuvre de la commande maître ou de la commande locale. Si la position de commande est programmée sur auto-maintien, le servomoteur se dirige après réception de la commande de manœuvre jusqu'à la position finale respective s'il n'a pas réceptionné une commande d'arrêt auparavant.

3.3.2.2. Le pupitre de commande

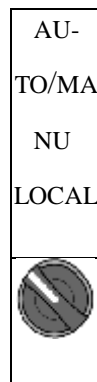
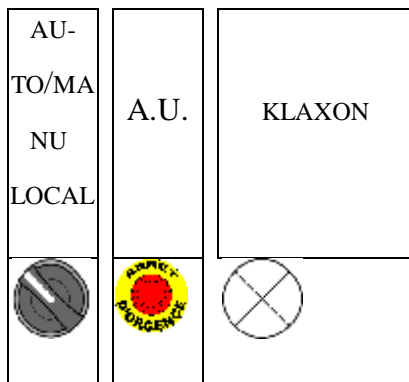
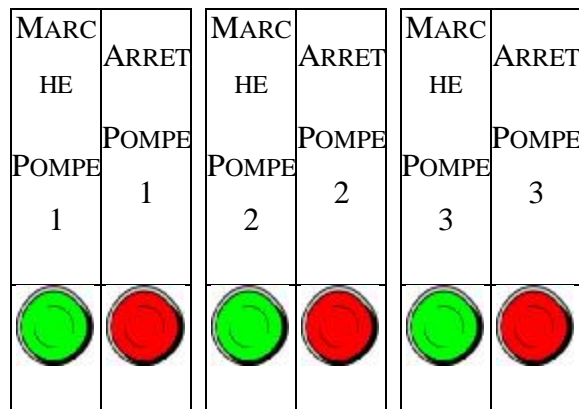
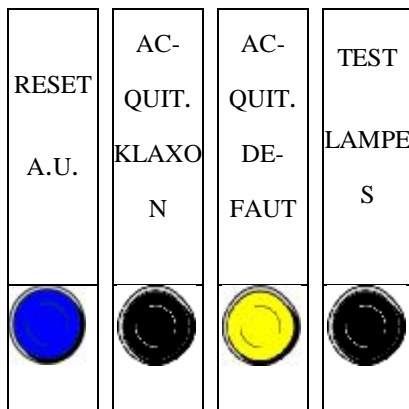
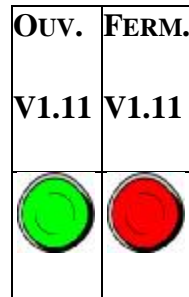
Sur le pupitre de commande, on y trouve sur l'extérieur des voyants (marche/arrêt/défaut, etc.), des boutons (Marche/arrêt/arrêt d'urgence, etc.), les commutateurs (Mode locale/Mode distant/Modes Manuel dégradé, etc.) ainsi que l'écran de supervision qui affichera l'évolution du Processus (Marche/arrêt/Défauts etc.).



Figure 3.7 : Le pupitre de commande

A l'intérieur du pupitre de commande on trouve l'automate ainsi que son alimentation, le bornier où l'on retrouve les Entrées/Sorties et un répartiteur pour une éventuelle connexion à l'automate, ce répartiteur dispose d'un mode de protocole qui est le Modbus avec des emplacements disponibles pour un futur raccord avec d'autres appareillages communicants (Utilisant le Modbus).

a. Les boutons poussoirs











	RESET A.U.	L'appui sur le BP provoque le réarmement de la chaîne d'arrêt d'urgence de la station.
	ACQUITEMENT KLAXON	L'appui sur le BP provoque l'arrêt de l'avertisseur
	ACQUITEMENT DE- FAUT	L'appui sur le BP provoque la mise à jour des alarmes et défauts de la station.
	TEST LAMPES	L'appui sur le BP force la signalisation des LEDs
	AUTO/MANU/LOCAL	Ce commutateur permet de sélectionner le mode de fonctionnement de la station
	ARRET D'URGENCE	L'appui sur le BCP provoque le déclenchement de la chaîne d'arrêt d'urgence de la station et entraîne la coupure des sorties automate.
	MARCHE POMPE 1	L'appui sur le BP provoque la marche de la pompe
	ARRET POMPE 1	L'appui sur le BP provoque l'arrêt de la pompe

Figure 3.8 : les boutons poussoirs

b. Afficheur

Un afficheur de type texte (20 caractères / ligne, sur 2 lignes) est présent sur le pupitre. Il assure l'affichage des alarmes et défauts de la station.



Figure 3.9 : l'afficheur de pupitre

b. Synoptique

Un synoptique est présent sur le pupitre. Il regroupe les informations suivantes :

- Etat des vannes : OUVERTE (LED verte) / FERMEE (LED rouge)
- Etat des pompes : MARCHE (LED verte) / ARRET (LED rouge)
- Affichage des débits et niveaux

3.4. La description de la synoptique de production

Le projet de transfert en eau potable du barrage de TAKSEBT vers les villes Thala-Athman, Ihdikaounne sur un taçant de 20KM se fait à l'aide de:

- Stations de pompage : SRX.
- Réservoirs : RY.



Figure 3.10 : Synoptique de production

Sur le projet on trouve :

Le commencement de circuit d'eau :

- Ø Gravitaire de la station de traitement (ST) jusqu'à la station de pompage SR0 de Thala-Athman.
- Ø De SR0 vers SR1 refoulement.
- Ø De SR1 vers R1 refoulement
- Ø De SR1 vers SR4 refoulement.
- Ø De SR4 vers R2 (réservoir de distribution).
- Ø De SR4 vers R3 (réservoir de distribution)

3.4.1. La station de traitement (ST)

La station de traitement est alimentée depuis le barrage de Taksebt.

On trouve une vanne manuelle avec un débitmètre sur le piquage qui alimente le projet (vers SR0) et un contrôleur programmable TWIDO qui contrôle :

- L'état de la vanne (ouverture / fermeture).
- Le débit volumique (volume).

3.4.2. La station de pompage SR0

L'eau arrive depuis la station de traitement en gravitaire à la station de pompage SR0 qui est équipée d'un réservoir de 1000 m³. En amont se trouve :

- Une vanne de régulation (commande niveau du réservoir) dans la chambre de vanne.
- Un capteur de niveau ultrasonique sur ce réservoir.
- Un groupe de trois pompes P1, P 2, P 3 qui refoulent (fonctionnement en deux pompes au maximum) vers le réservoir de SR1 et un débitmètre (sortie de la station).
- Trois vannes d'aspiration, trois vannes de refoulement motorisées et un réservoir anti-bélier de 500 litres.
- Un modem fibre optique.

3.4.3. La station de pompage SR1

Le réservoir SR1 est alimenté par le réservoir de SR0, la station de pompage SR1 contient :

- Une vanne de régulation dans la chambre de vanne en amont de réservoir SR1.
- quatre pompes : un groupe de quatre pompes P1, P2, P3, P4 fait le refoulement vers le réservoir R1 et vers le réservoir de la station de pompage SR4, (Fonctionnement en deux pompes au maximum).
- Trois débitmètres : un à l'entrée de réservoir SR1 et deux à la sortie un pour R1 et l'autre pour SR4.
- Un capteur de niveau ultrasonique sur ce réservoir SR1.
- Quatre vannes d'aspiration, quatre vannes motorisées de refoulement.
- Réservoirs anti-bélier : un réservoir anti-bélier de 1000 litres qui fonctionnent en parallèle vers SR4.

Et tout le système commandé par API télé mécanique TSX Premium maître de tout le projet.

3.4.4. Le réservoir R1

Réservoir de distribution de 500m³ on distingue :

- Un débitmètre (entrée et sortie de réservoir)
- Un capteur de niveau ultrasonique.
- Un contrôleur programmable TWIDO qui contrôle :
 - Ø Le débit volumique (volume).
 - Ø Niveau du réservoir.
- Un modem fibre optique

3.4.5. La station de pompage SR4

L'eau arrive depuis la station de pompage SR1 à la station de pompage SR4 qui est équipée d' :

- Ø Un réservoir de 700 m³.
- Ø Un groupe de trois pompes P1, P 2, P 3 qui refoulent (fonctionnement en deux pompes Un capteur de niveau l'ultrasonique sur ce réservoir.
- Ø Deux débitmètres (entrée et sortie de la station).
- Ø Trois vannes d'aspiration et trois vannes motorisées de refoulement.

- Ø Un réservoir anti-bélier de 500 litres.
- Ø Un modem fibre optique.

Et tout le système est commandé par un API télémechanique de marque TSX Premium.

Le principe de fonctionnement d'une station de pompage est le même pour les autres stations, comme :

- Ø Le démarrage et l'arrêt des pompes.
- Ø Les sécurités : (PM 500, le MicroEner).
- Ø Les alarmes (niveaux des réservoirs : SRX, RY).
- Ø Le défaut de communication.

3.4.6. Le réservoir R2

Réservoir de distribution de 1000m³. Il comporte :

- Un débitmètre d'entrée.
- Un capteur de niveau ultrasonique.
- Un contrôleur programmable TWIDO qui contrôle :
 - Ø Le débit volumique (volume).
 - Ø Niveau du réservoir.
- Un modem fibre optique.

3.4.7. Le réservoir R3

Réservoir de distribution de 100m³. Il comporte:

- Un débitmètre d'entrée.
- Un capteur de niveau ultrasonique.
- Un contrôleur programmable TWIDO qui contrôle :
 - Ø Le débit volumique (volume).
 - Ø Niveau de réservoir.
- Un modem fibre optique.

3.5. Principe de fonctionnement d'une station de pompage [9] [8]

(Exemple pour la station SR0 et le même pour les autres).



Figure 3.11 : Photo de l'armoire de commande d'un réservoir

La station de traitement d'eau alimente en gravitaire le réservoir de SR0. Ce dernier est chargé à son tour d'alimenter les différents réservoirs appelés « réservoirs de distribution ».

Le capteur de niveau ultrasonique placé sur le réservoir de SR1 détecte le volume d'eau après avoir émis un train d'ondes, le temps mis pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'eau par rapport au capteur. Cette distance sera convertie en un signal électrique (4-20 mA), ensuite, transmis vers l'automate TWIDO qui va se charger de le numériser.

L'automate est relié physiquement par un module d'entrée au capteur et par un module de sortie vers un modem fibre optique(MFS485R).Ce modem garantira la conversion en un signal optique et l'émission des données via la fibre optique qui est installée tout au long de la conduite de transfert d'eau.

Une fois l'information reçue et traitée dans l'armoire de commande au niveau de la SR0, celle-ci procédera alors selon le volume d'eau de réservoir du SR1 comme suit :

- Si le réservoir est au niveau bas, alors le pompage s'effectuera avec deux groupes (deux pompes et deux moteurs).
- Si le réservoir est au niveau intermédiaire, alors un seul groupe reste en marche.
- Si le volume d'eau est au niveau haut, alors le groupe s'arrêtera progressivement.

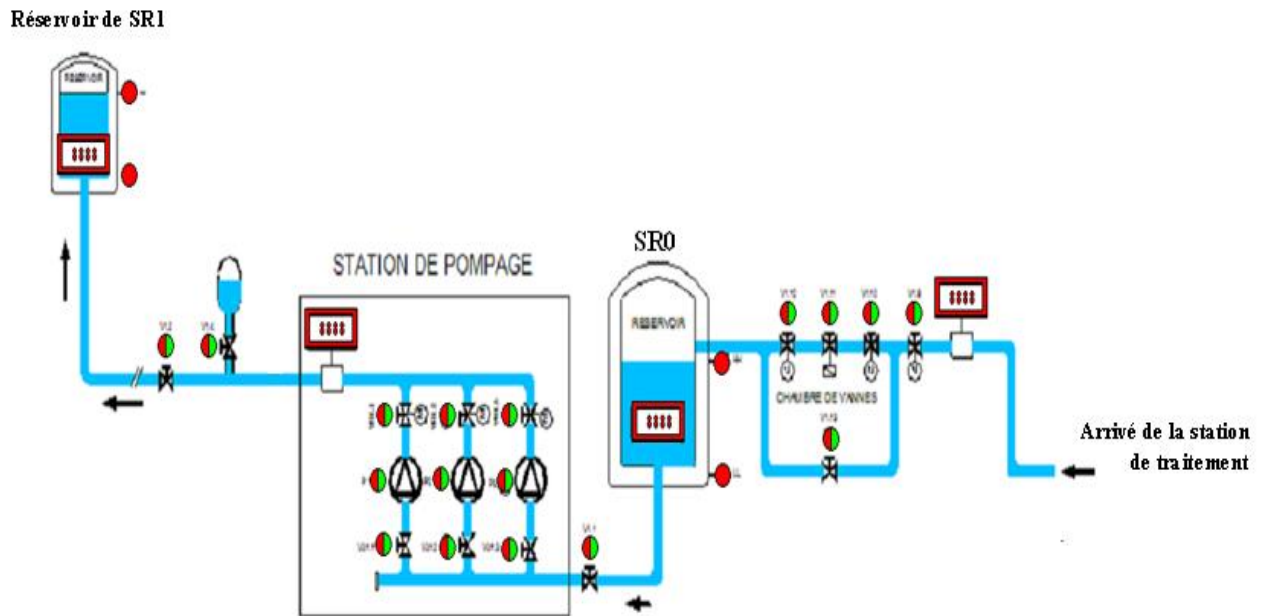


Figure 3.12 : Synoptique de la station de pompage SR0

3.5.1. Fonctionnement des vannes

3.5.1.1. Vanne de refoulement (automatique)

a. En mode AUTO

Les vannes s'ouvrent et se ferment en fonction des commandes des pompes. La pompe démarre la vanne fermée. L'ouverture de la vanne s'effectue dès que la commande de la pompe est donnée. En fonctionnement normal, dès la perte de la demande de pompage, la fermeture de la vanne est demandée. La pompe s'arrête après la fermeture complète de la vanne. En cas d'arrêt brusque (type arrêt d'urgence, coupure d'énergie), la fermeture de la vanne est réinitialisée au retour d'énergie en mode manuel par une impulsion sur stop de la pompe arrêté.

Les sécurités sont actives dans ce mode. Le passage du mode automatique au mode manuel ou local s'effectue par une impulsion sur un bouton poussoir Arrêt pompe 1 ou 2 ou 3.

Les commandes de marche et d'arrêt des pompes s'effectuent depuis le pupitre sous la responsabilité de l'opérateur. Les sécurités sont actives dans ce mode.

b. En mode LOCAL

Ce mode est utilisé en vue de remise en eau des installations hydrauliques. Il est sécurisé par des clés de consignation. Les commandes de marche et d'arrêt des pompes s'effectuent depuis le pupitre, les commandes de marche et d'arrêt des vannes de refoulement s'effectuent depuis les vannes de refoulement en mode local sous la responsabilité de l'opérateur. Les sécurités ne sont actives dans ce mode.

c. Gestion des défauts et des sécurités

Les défauts vannes élaborés dans l'automate intègrent :

- Ø Le défaut thermique vanne.
- Ø Une discordance entre la commande de la vanne et la position des fins de courses.
- Ø Une discordance entre les positions fins de course (quand les fins de course sont actionnées en même temps).

Un défaut sur une vanne automatique coupera la vanne et la pompe concernée dans les deux modes de fonctionnement.

Une autre sécurité est élaborée dans l'automate : En cas de commande d'une pompe, si le fin de course position fermée de la vanne de refoulement concernée est toujours actionnée, un défaut « défaut trop long entre démarrage pompe Px et ouverture vanne xx » est mémorisé. Ce défaut coupe la pompe concernée quel que soit le mode sélectionné.

Nota : Un relais de sécurité pompage placé sur chaque départ pompe gère entre autre les défauts suivants :

- Ø Temps de démarrage trop long.
- Ø Pas plus de trois démarrages dans l'heure.
- Ø Imini (Anti cavitation où fatigue hydraulique).
- Ø Imax (Image thermique).
- Ø Rotor bloqué en marche.
- Ø Echauffement moteur.
- Ø Vérification des courants inversés.

3.5.1.2. Vanne manuelles

Les détections de position « vanne ouverte » des vannes manuelles situées à l'aspiration d'une pompe, ainsi que la position « vanne ouverte » des vannes manuelles à l'entrée des ballons « anti-bélier », conditionne le fonctionnement des pompes associées. En cas de perte de la position les pompes s'arrêteront l'une après l'autre en mode AUTO, Simultanément en mode MANU.

Dans la chambre de vannes il n'y a pas de détections de positions « vanne ouverte » « vanne fermée »

3.5.2. Anti-bélier

Le coffret anti-bélier est alimenté depuis le TGBT. Deux informations sont ramenées au niveau du pupitre de commande :

- a- Une alarme est indiquée sur l'afficheur et provoque la mise en marche de l'avertisseur sonore du pupitre.
- b- Un défaut est indiqué sur l'afficheur et provoque la mise en marche de l'avertisseur sonore du pupitre.

En AUTO : Ce défaut interdit le démarrage et provoque l'arrêt des pompes.

En MANU : Ce défaut interdit le démarrage et provoque l'arrêt immédiat des pompes.

3.5.3. Le Fonctionnement des pompes

Le démarrage et l'arrêt des pompes se fait suivant une permutation. Elles démarrent chacune à leur tour. La première démarrée sera la première arrêtée. Deux seuils d'arrêt et deux seuils de marche sont créés à partir du capteur de niveau analogique du réservoir de destination :

- La première pompe démarre sur L1 et s'arrête sur H1
- La deuxième pompe démarre sur L2 et s'arrête sur H2.

La commande des pompes est résumée par le diagramme donné par la figure 3.13 :

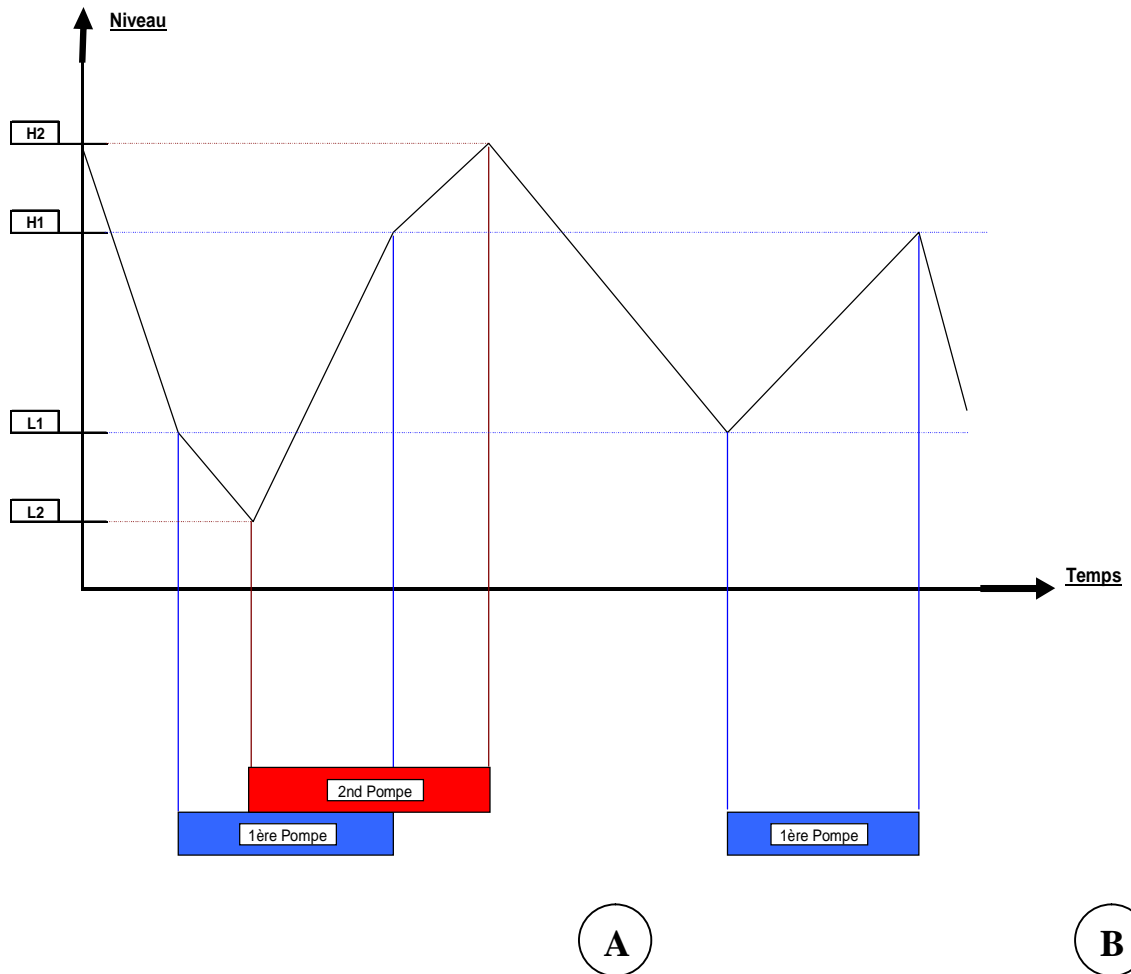


Figure 3.13 : Diagramme de fonctionnement des pompes

Exemple de permutation :

DEMARRAGES	1er DEMARRAGE	2ème DEMARRAGE	POMPE EN RE-SERVE
A	POMPE N° 1	POMPE N° 2	POMPE N° 3
B	POMPE N° 3	POMPE N° 1	POMPE N° 2
.	POMPE N° 1	POMPE N° 2	POMPE N° 3
.	POMPE N° 3	POMPE N° 1	POMPE N° 2
.	POMPE N° 2	POMPE N° 3	POMPE N° 1

Figure 3.14 : démarrage et l'arrêt des pompes

Un système de permutation automatique de pompes permet de changer l'ordre de démarrage de celles-ci. Ce qui permet d'égaliser le temps de fonctionnement de toutes les pompes.

Deux pompes ne peuvent démarrer simultanément. Un temps minimum entre deux démarrages de pompes permet de ménager l'installation électrique et évite ainsi des appels de courant trop importants. Il en va de même pour l'arrêt des pompes. Une temporisation permet de dégrader la mise à l'arrêt des pompes.

En cas d'arrêt d'une pompe : le prochain démarrage ne pourra avoir lieu qu'après un temps minimum. (= env. 10 min à paramétrer à la mise en service en fonction de la configuration de la station).

En cas de démarrage d'une pompe : le démarrage de la suivante ne pourra avoir lieu qu'après un temps minimum (environ 10 min à paramétrer à la mise en service en fonction de la configuration de la station).

3.6. Les automates utilisés [10] [8]

Les automates utilisés dans les stations de pompages étudiés sont de marque Schneider Electric type TSX premium pour la commande générale de la station et Twido pour la régulation.

3.6.1. Contrôleurs programmables Twido

Plusieurs paramètres de fonctionnement de la station de pompage doivent être mesurés et régulés. Les mesures sont effectuées à l'aide des capteurs et la régulation est réalisée à l'aide d'un API Twido.

Le volume (niveau), le débit, niveau max et niveau min sont les paramètres gérés par les Twido (contrôleur programmable) qui se trouve sur les réservoirs R1, R2 et R3 (de refoulement).

Les mesures effectuées, calculées par les capteurs sont envoyées de Twido (réservoirs) vers l'API Modicon premium (station de pompage) à l'aide de la communication par fibre optique et Modbus (RS 485). Donc, on a une régulation qui est faite par le contrôleur programmable Twido qui est composé de deux types à bases compactes et modulaires.

L'Algérienne Des Eaux utilise l'automate TWIDO compact avec 24E/S (TWDLCA24DRF).

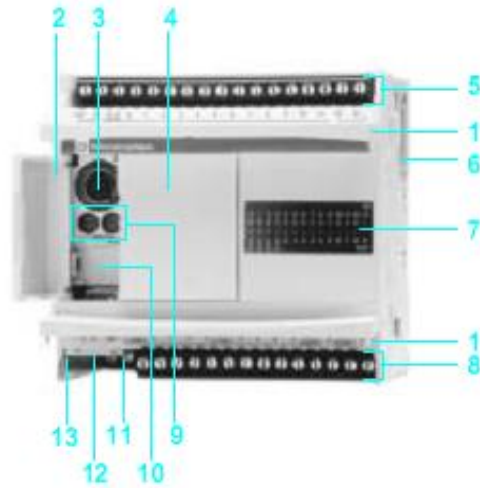


Figure3.15 : Twido base compacte

3.6.1.1. Architecture de Twido bases compactes

Les bases contrôleurs programmables compactes Twido comprennent :

- 1- Deux caches pivotants pour accès aux bornes de raccordement.
- 2 - Une porte d'accès pivotante.
- 3- Port liaison série RS 485 (permet le raccordement du terminal de programmation).
- 4- Un emplacement (protégé par un cache amovible) pour afficheur numérique.
- 5 - Un bornier à vis pour l'alimentation des capteurs (24 Volt) et pour le raccordement des capteurs d'entrées.
- 6- Un connecteur pour module d'expansion d'entrées/sorties.
- 7- Un bloc de visualisation de l'état du contrôleur
- 8- Un bornier à vis pour le raccordement des pré actionneurs de sorties.
- 9- Deux points de réglage analogique (un point pour modèles 10 et 16 entrées/sorties).

- 10- Un connecteur pour l'extension du 2ème port liaison série RS 232C/RS 485.
- 11- Un bornier à vis pour le raccordement de l'alimentation secteur ~100...240 V ou continue 19,2...30 V.
- 12- Un connecteur (accès par le dessous du contrôleur) pour Cartouche mémoire.
- 13- Un connecteur type RJ45 (accès par le dessous du contrôleur) pour le raccordement au réseau Ethernet.

3.6.1.2. Les principales fonctionnalités de l'automate TWDLCDA24DRF

- Dispose de 14 entrées TOR et de 10 sorties à relais.
- Est doté de 2 point de réglage analogiques.
- Est muni d'un port série intégré.
- Présente un emplacement pour un port série supplémentaire.
- Accepte jusqu'à 4 modules d'expansion d'E/S.
- Accepte 1 module maître d'interface bus AS-Interface V2.
- Accepte une cartouche facultative (horodateur ou mémoire -32 ko uniquement)
- Accepte un module de l'afficheur facultatif.
- Accepte 1 module d'interface Ethernet TwidoPort ConneXium

3.6.1.3. Programmation

Le logiciel TwidoSoft offre une programmation aisée à partir des instructions langage liste et d'instructions ou des éléments graphiques du langage à contacts.

3.6.2. L'automates TSX Micro/Premium [10]

3.6.2.1. Présentation

Les automates TSX Micro/Premium offrent, à partir de leur processeur, slot-PLC ou du module de communication TSX SCY 21601, plusieurs possibilités d'échanges d'informations en mode caractères avec les équipements dotés d'une interface liaison série asynchrone :

- Ø Prise intégrée RS 485.
- Ø Carte PCMCIA type III avec support RS 232D, RS 485 (compatible RS 422) ou boucle de courant 20 mA.

Les protocoles supportés sont le mode caractères (ASCII), Uni-Telway et Modbus.

D'autres protocoles sont également disponibles ou peuvent être développés à la demande sur un support RS 485 ou RS 232D, de façon à permettre la communication des automates TSX Micro/Premium sur des architectures tiers.

3.6.2.2. Les Processeurs TSX P57

Les processeurs proposés sont segmentés par des capacités différentes au niveau de la mémoire, des entrées/sorties "In rack", des communications ainsi que par leurs vitesses de traitement. Selon le modèle :

- De 4 à 16 racks.
- De 512 à 2040 entrées/sorties "Tout ou Rien".
- De 24 à 256 entrées/sorties analogiques.
- De 8 à 64 voies métiers. Chaque module métier (comptage, commande de mouvement, liaison série ou pesage) compte pour 1 ou plusieurs voies métiers.
- De 1 à 4 réseaux (Ethernet TCP/IP, Fipway, Ethway, Modbus Plus), de 2 à 8 bus capteurs/actionneurs AS-Interface, de 1 à 2 bus de terrain (CANopen, INTERBUS, Profibus DP), 0 ou 1 bus de terrain Fipio, des liaisons séries (Modbus, Uni-Telway).
- De 10 à 20 voies de régulation.

La conception et mise en œuvre des applications sur les Automates Premium se fait à l'aide du logiciel PL7 Pro ou Unity Pro.

L'automate reçoit les informations analogiques, alors il doit procéder à leur numérisation et cette dernière s'effectue comme suit :

Ø **L'Echantillonnage**: Le signal analogique est un signal continu qui par définition contient un nombre infini d'éléments. L'échantillonnage consiste à prélever un nombre déterminé d'éléments (échantillons) qui seront suffisants pour reconstituer à l'arrivée un signal analogique de qualité. Les différentes études ont montré qu'il suffit d'échantillonner à deux fois la fréquence supérieure contenu dans le signal.

Ø **La Quantification** : Elle consiste à donner à chaque échantillon une valeur prise dans une échelle de valeurs. L'erreur effectuée dans l'approximation est appelée bruit de numérisation. Ce bruit ayant une répercussion importante pour les faibles niveaux,

l'échelle n'est pas une échelle linéaire. Pour le signal téléphonique, 256 niveaux ont été retenus.

- Ø **Le Codage:** Chaque échantillon sera codé sur un ensemble de bits. Pour permettre le codage des différentes valeurs, 8 bits sont nécessaires.

3.7. Conclusion

Un système automatisé est conçu pour atteindre des objectifs bien déterminé tel que :

- Amélioration de la productivité de l'entreprise en réduisant les coûts de production (main d'œuvre, matière, énergie) et en améliorant la qualité de produit.
- Amélioration des conditions de travail en supprimant les travaux pénibles et en améliorant la sécurité.
- Augmentation de la production.
- Augmentation de la disponibilité des moyens de production en améliorant la maniabilité.

Pour ces raisons la performance d'une installation automatisée dépend essentiellement de la qualité des actionneurs et capteurs mis en œuvre.

Chapitre 4

Description du superviseur de la station de Ouaguenoun

4.1. Introduction

L'Algérienne Des Eaux (ADE) est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé en 21 Avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social fixé à Alger, l'ADE a pour mission d'amélioration de l'efficacité des réseaux de transfert et distribution d'eau potable.

Dans ce qui suit, nous allons présenter les différentes étapes de mise en œuvre de système de télégestion par fibre optique dans la station de Ouaguenoun.

4.2. Architecture réseau Thala-Athman/Tikobaïne

Les trois stations (SR0, SR1 et SR4) et les trois réservoirs de distribution (R1, R2 et R3) illustrés dans la figure (4.1) sont raccordés par un tronçon d'une ligne fibre optique de longueur 20 km. On trouve aussi les automates Twidos qui sont installés dans chaque réservoir et les automates prémiums dans chaque station.

4.3. La supervision

Pour la visualisation et le contrôle des différentes informations (les niveaux des réservoirs, le débit entrant/sortant et l'état des pompes) l'algérienne des eaux utilise un superviseur dans la station centrale. Dans notre cas c'est la station SR1.

La supervision est une technique de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés, elle est née avec l'apparition des API.

Cette présentation passe par une synoptique comprenant des images et objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

4.3.1. Les objectifs de la supervision

- Plus de productivité.
- Réagir au plus vite pour gagner en performance.
- Assurer la maîtrise de procéder à tout moment.
- Accéder partout en temps réel à l'ensemble des informations concernant les installations industrielles

- Dialogue avec les automates et équipement de terrain en local et à distance.
- Traitement des défauts.
- Calcul et mise en forme des données

4.3.2. Constitution d'un système de supervision

La plupart des systèmes de supervision se composent d'un logiciel auquel se rattachent des données provenant des automates.

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques.

4.3.2.1. Le module de visualisation

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

4.3.2.2. Le module d'archivage

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

4.3.2.3. Le module de traitement

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

4.3.2.4. Le module de communication

Assure l'acquisition et le transfert de données afin et gère la communication avec les automates programmables industriels et autre périphérique.

La structure d'un système de supervision est présentée sous la figure suivante :

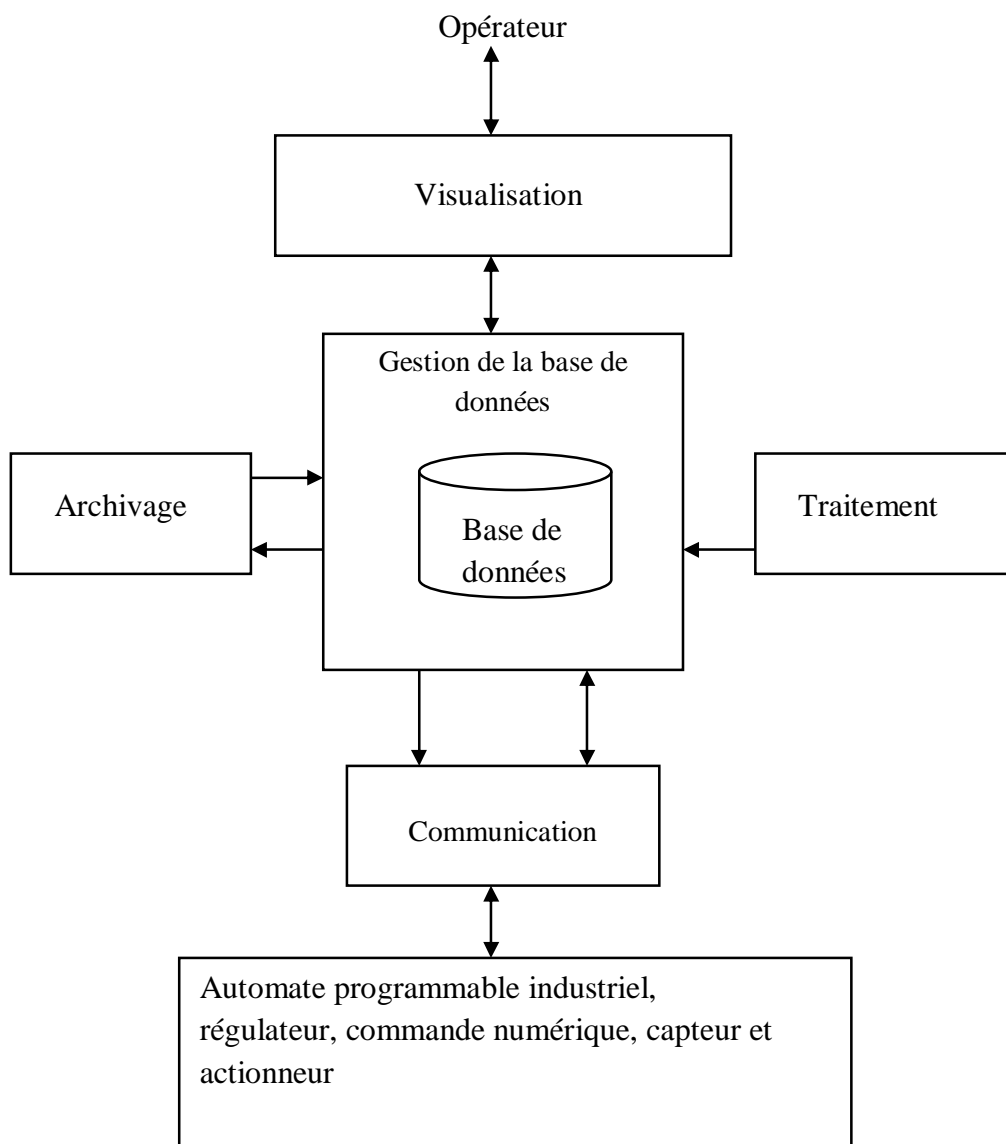


Figure 4.2 : Structure d'un système de superviseur

4.4. Le logiciel de supervision pc vue

Le logiciel PCVUE 32 est un logiciel de supervision permettant de faire l'interface entre l'homme et la machine.

Ce logiciel nous permet la Visualisation de chaque actionneur, de chaque stations du transfert, archivage des données (niveau : tracé de courbe, débit volumique journalier, archivage des défauts).

4.4.1. Poste central de supervision

Le logiciel de supervision (implanté dans le Poste Central) devra être totalement compatible avec les sous-stations. Il devra intégrer au minimum les modules suivants :

- programmation en ligne.
- gestion des graphiques couleurs interactifs haute résolution.
- représentation graphique des données en temps réel et historiques (courbes).
- gestion des alarmes et des défauts.
- archivage et consultation des temps de fonctionnement et de mise en service (maintenance).
- journal des évènements (accès à la supervision, modifications, connexions, ...).
- gestion des communications.
- compatibilité avec d'autres types de sous-stations et d'automates (protocoles de communication).
- fonctionnement en multi-postes selon une architecture de type client/serveur.

4.4.2. Ouverture du logiciel

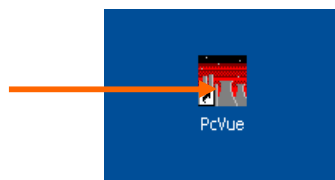


Figure 4.3 : fenêtre d'ouverture du logiciel

Lorsque l'on clique sur l'icône PCVUE, le logiciel démarre et ouvre la fenêtre « Projets » dans laquelle il faut choisir le projet à démarrer.

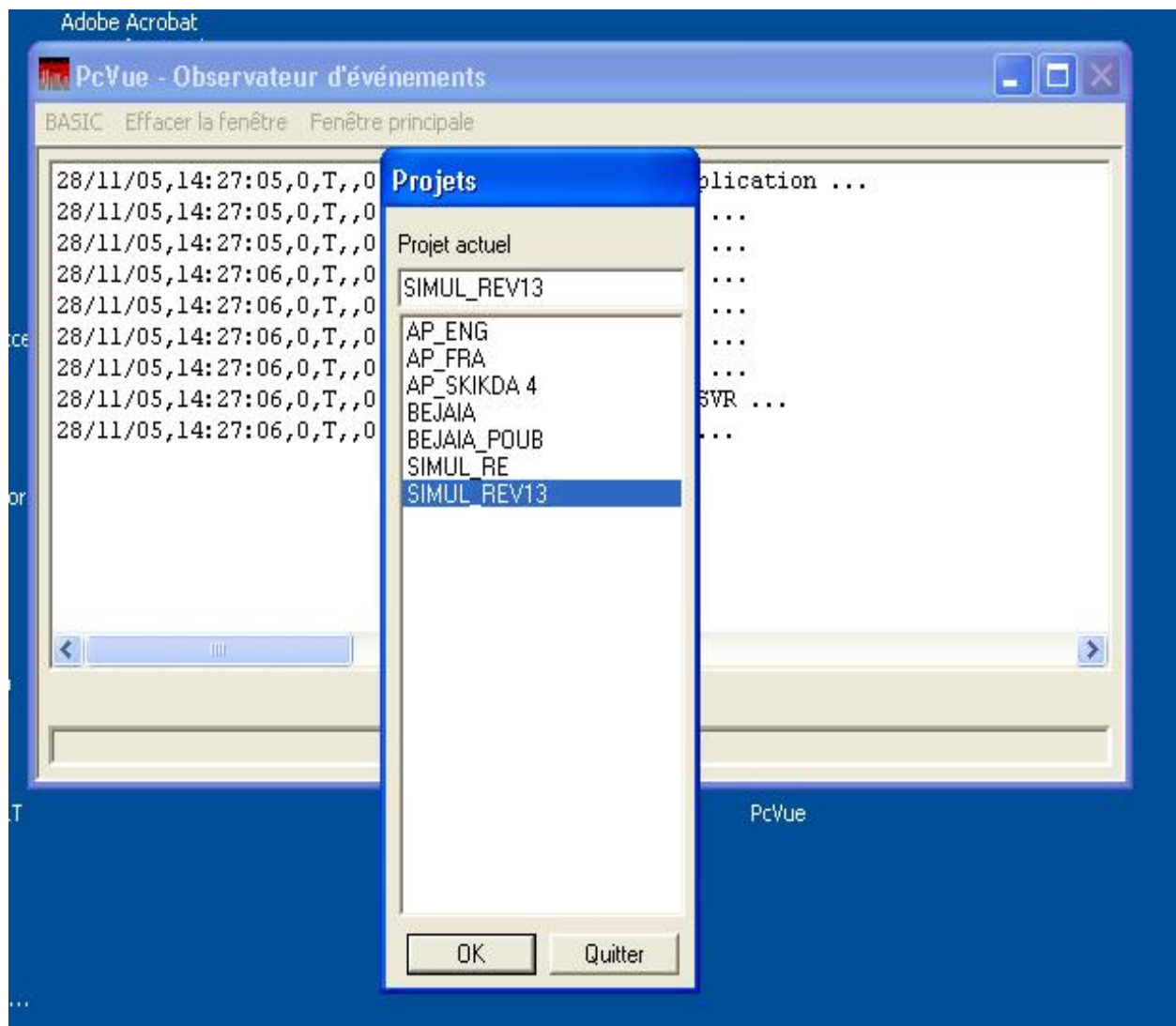


Figure 4.4 : Observateur d'événement.

Cliquer sur le projet désiré << A2C1007_V2_07_10_2010 >> puis sur la touche OK.

Nb : Le projet doit être dans le répertoire : C:\Program Files\ ARC Informatique\ Pc Vue 7.20c\Usr

4.4.3. La page de garde du superviseur

La page principale du projet est donnée par la figure (4.5). L'opérateur accède de cette page à tous les points du system : stations de pompage, réservoirs d'alimentation, station de traitement. La page d'accueil lui permet de visualiser toute l'installation.

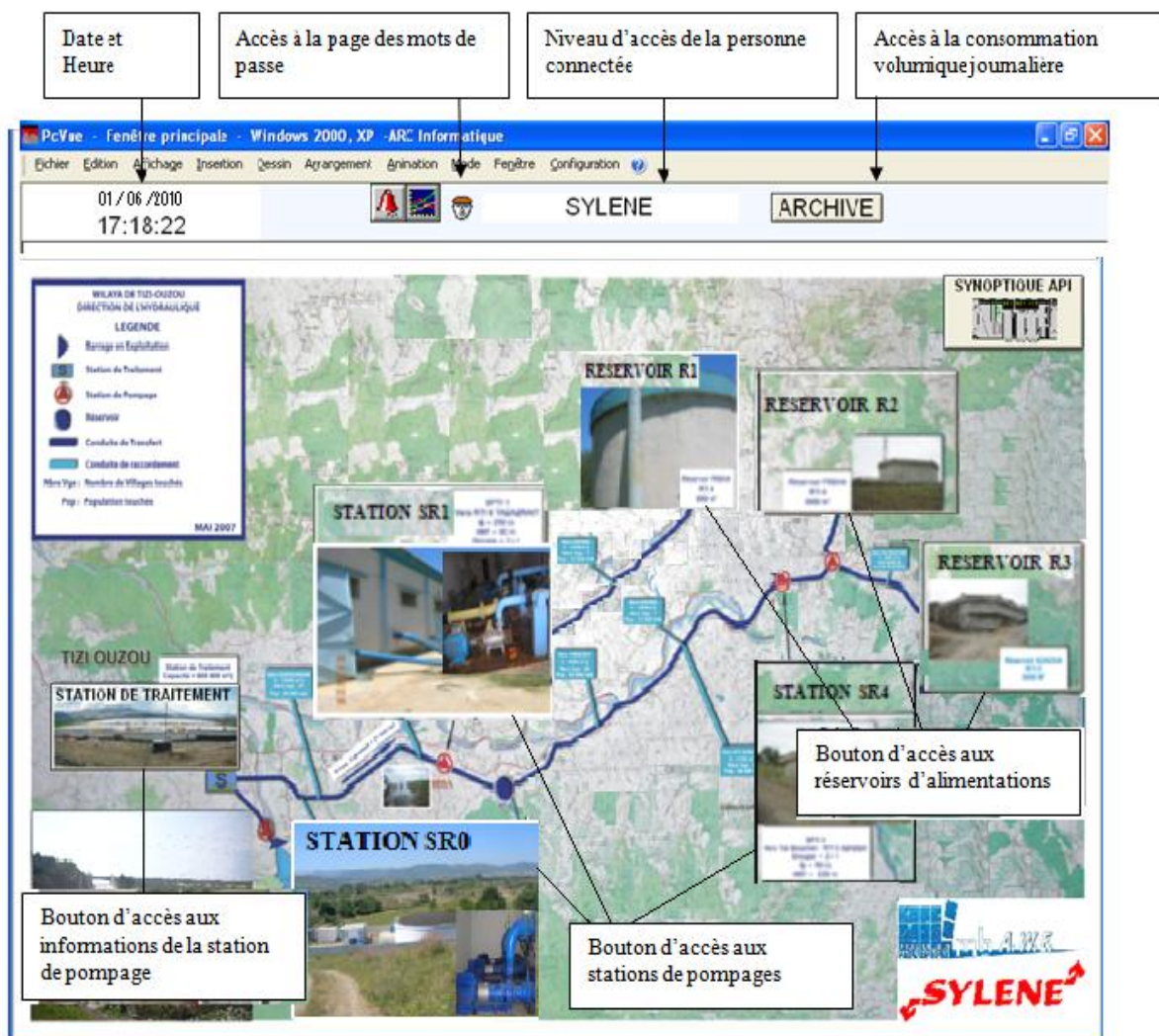


Figure 4.5: La page de garde du superviseur

4.4.4. Identification

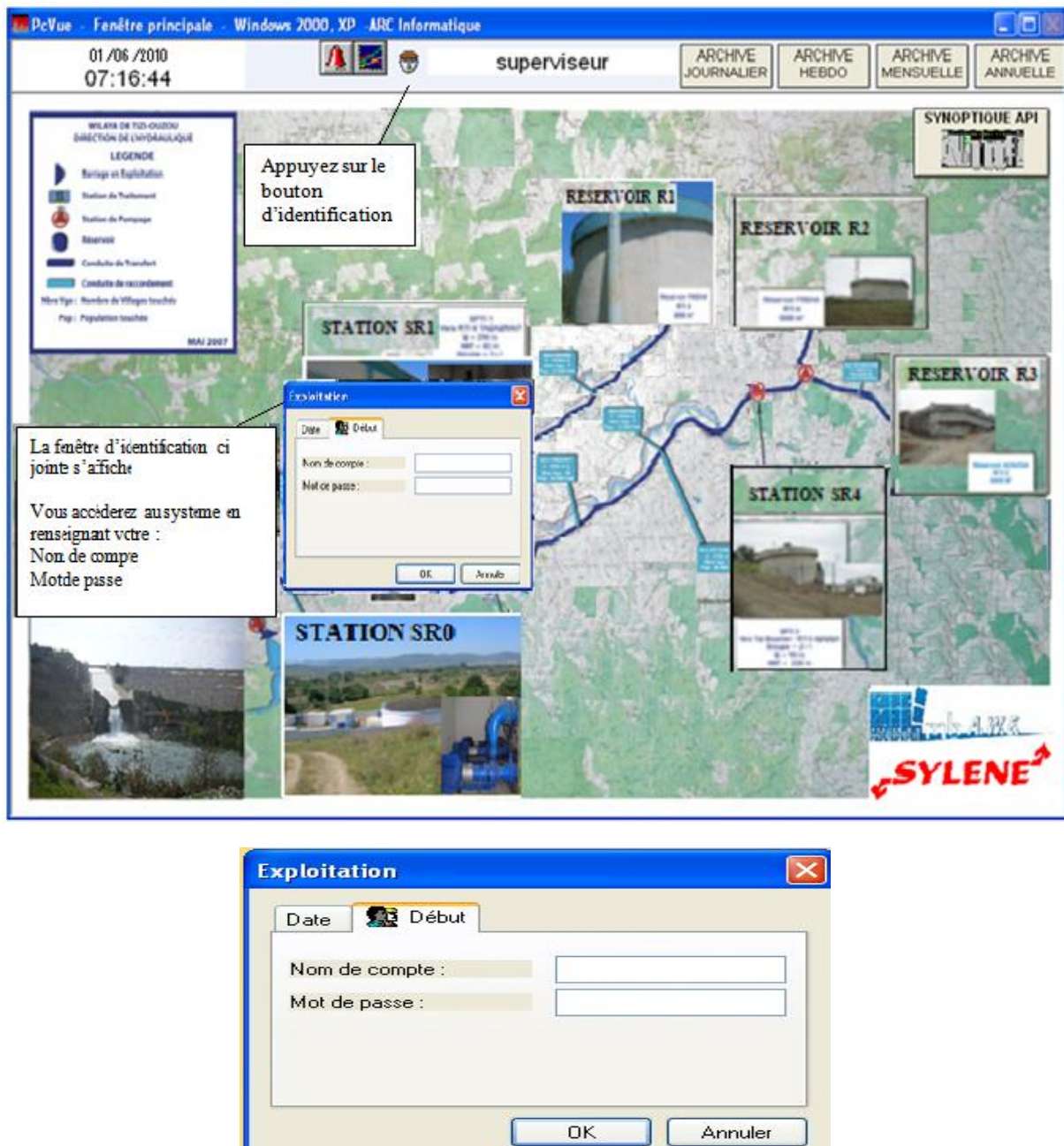


Figure 4.6 : Identification

Nom de compte

- Opérateur (mot de passe operateur) : droits restreints dans la page configuration.

- Superviseur (mot de passe superviseur) : tous les droits sur l'application, mode, paramétrages, etc....
- Sylène (mot de passe) : droits idem superviseur + mode édition.

4.4.5. Description des éléments visibles dans le superviseur

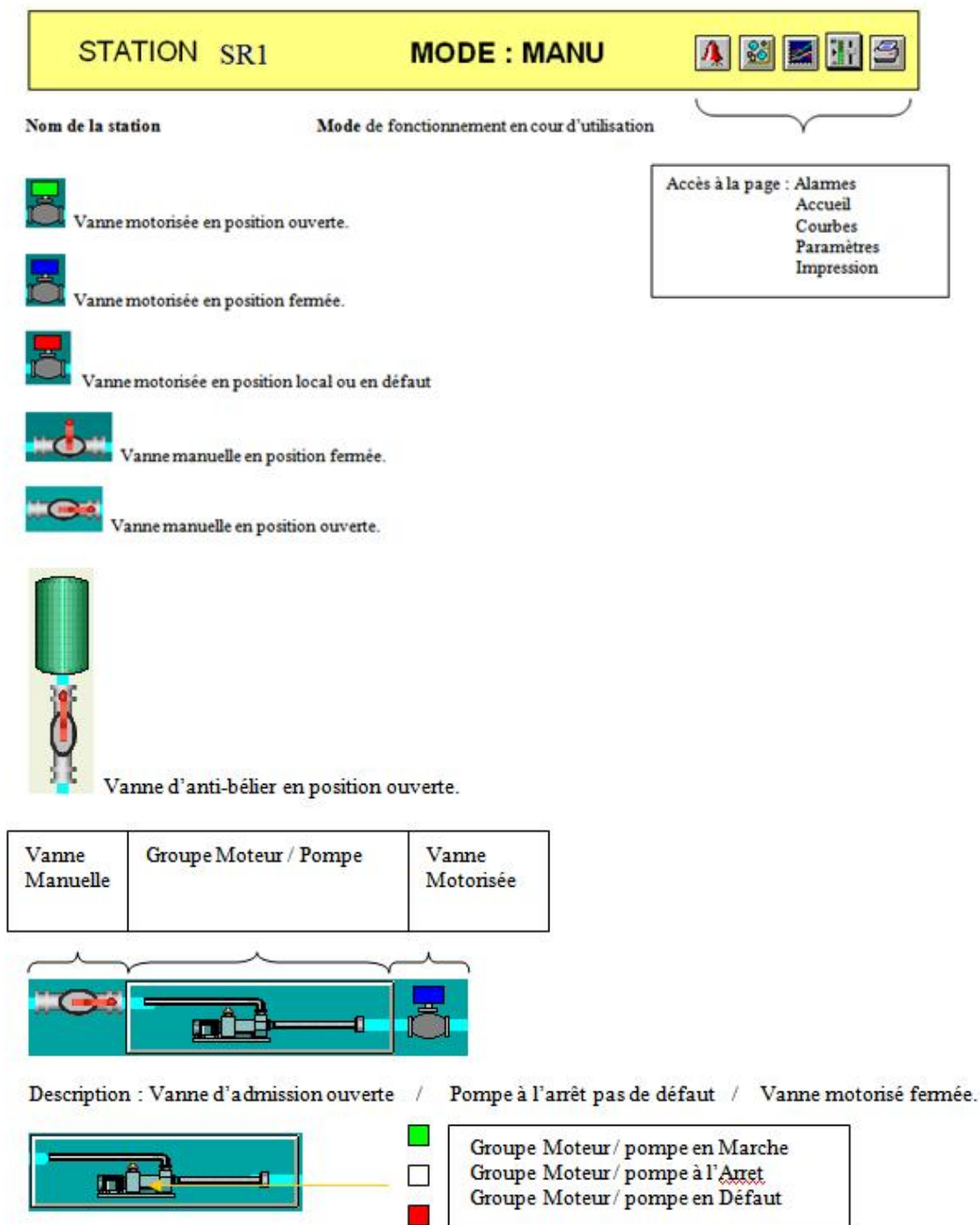


Figure 4.7 : les éléments visibles dans le superviseur.

4.4.6. Contrôle et mesure de l'énergie consommée

Ces informations sont accessibles sur chaque site en local, mais elles sont aussi centralisées dans le superviseur. L'opérateur de la station de pompage SR1 voit la consommation en courant et les énergies consommées de chaque site.



Centrale de mesure et de contrôle Haute Tension



Centrale de mesure et de contrôle Basse Tension

Lorsque l'un de ces deux boutons est actionné la page (figures 4.8) s'ouvre dans la page de la station. On peut consulter la tension et les courants de chaque phase, ainsi que les puissances consommées de chaque site.

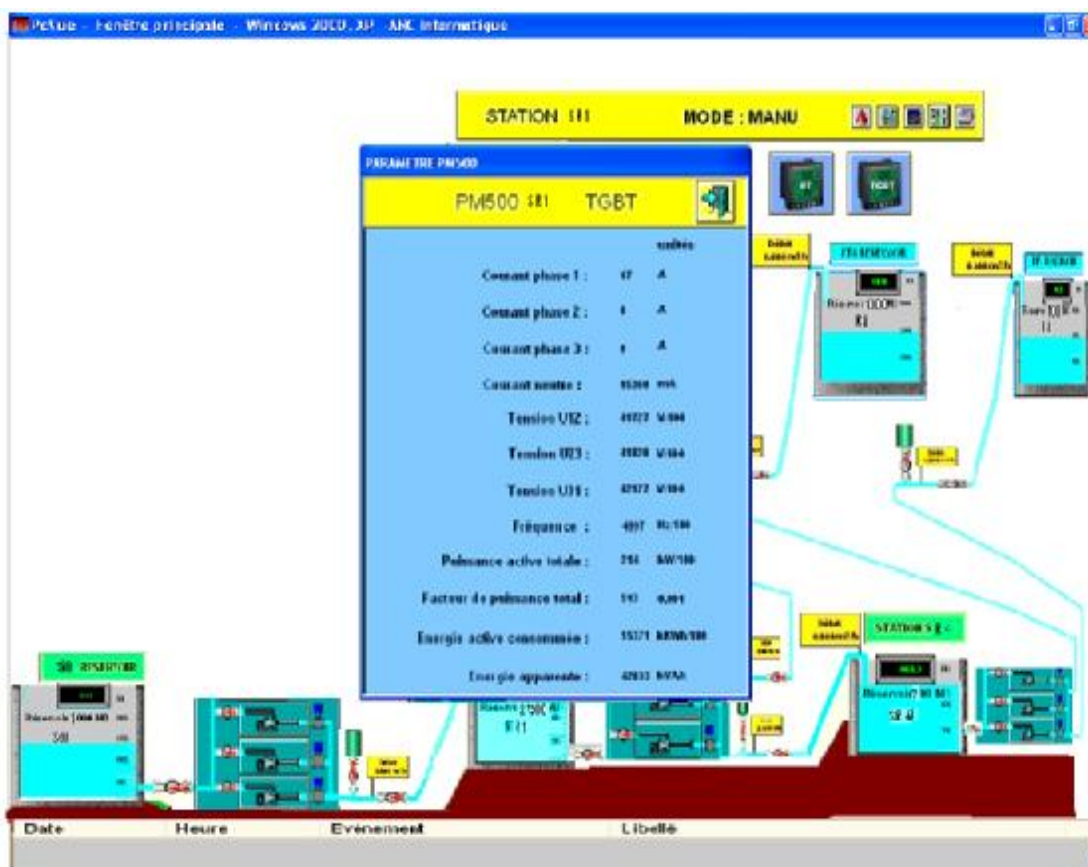


Figure 4.8: paramètre PM 500

4.4.7. Volume journalier consommé

Les volumes jour sont comptabilisés dans la page **DEBIT / VOLUME** puis stocké dans les **ARCHIVES** Excel chaque jour à minuit. Les archives sont consultables depuis la page d'accueil. Une fois consultée, il est important de refermer ces archives en vu de réaffecter les nouvelles données.



Débit
245.0m3/h

Débit instantané entrant ou sortant. Cliquez dessus et la page Débit / Volume s'ouvre

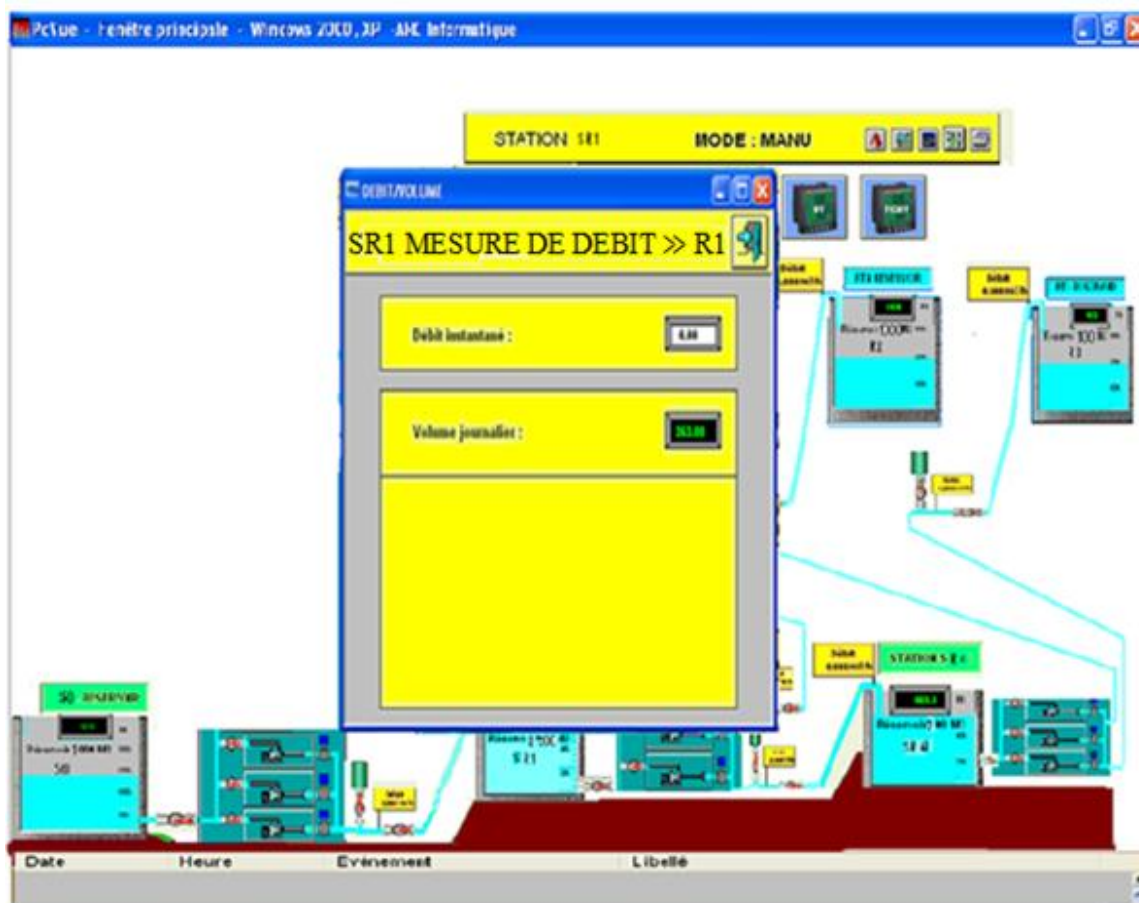


Figure 4.9 : Volume consommé.

4.5. Conclusion

Le bon fonctionnement du système de télégestion permet un gain de temps et d'argent, ce qui permet un retour très rapide sur l'investissement, c'est une meilleure solution qui nous donne les différentes informations en temps réel avec une grande précision en utilisant les fibres optiques comme support de transmission et les automates dans la chaîne de production.

La procédure de supervision devient un compagnon indispensable pour la recherche de pannes elle aide grandement à la diminution des temps d'arrêt, augmentant ainsi le rendement de l'outil de travail.

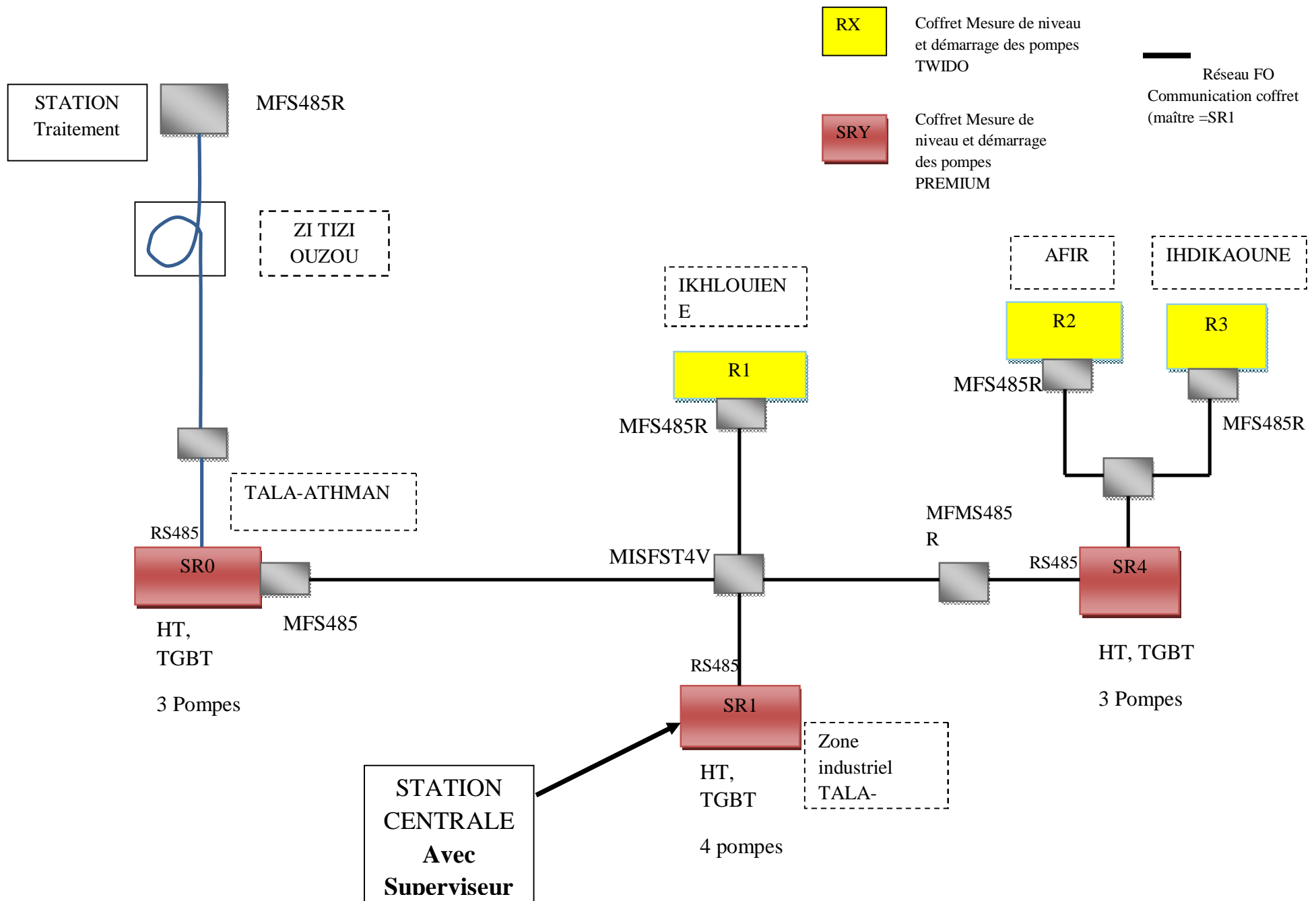


Figure 4.1 : Architecture de réseau THALA-ATHMAN / IHDIKAOUNE

Conclusion générale

Conclusion générale

Le stage pratique que nous avons effectué au sein de l'entreprise nationale « Algérienne Des Eaux » a été très bénéfique et d'une grande importance pour nous.

Nous avons abordé de façon pratique la technologie classique et la technologie moderne la plus récente.

Dans ce travail nous avons présenté le système de télégestion pour la distribution de l'eau potable. Ce système a l'avantage d'être précis dans le transfert de l'information grâce à la fibre optique.

Dans toute les visites que nous avons faites aux différentes stations que gère l'ADE dans la wilaya de Tizi-Ouzou, notamment celle de Ouaguenoun, nous avons étudié différents éléments constituant le système de régulation, et nous avons conçu un nouveau système automatisé qui est la télégestion par fibre optique.

Nous avons aussi constaté que l'utilisation de la fibre optique comme support de transmission, représente assurément le meilleur moyen pour transporter des informations avec un très haut débit et une très grande précision.

Ce projet nous à permis de se familiariser, d'une part avec les automates TWIDO installés sur les réservoirs pour réguler le débit et le niveau de réservoir, et d'autre part avec l'équipement de supervision permettant de centraliser et de gérer l'ensemble des équipements raccordés et pouvant d'être complétés par la gestion de bilans.

Nous souhaitons que ce travail sera d'une utilité pour d'autre personne ayant envie de réaliser ce projet à Ouagenoun et d'autres aspects de l'automatisation de cette station.

Bibliographie



Bibliographie

Ouvrages

- [1] André CAUVIN et Henri GUERREE, « Elément d'hydraulique ». Edition eyrolles, paris 1978.
- [2] Michel GROUT, « instrumentation industrielle ». Dunod, paris 2002.
- [3] Roland CHOQUET, « la sécurité électrique ». Edition bordas, paris 1984
- [4] Y.Sumatsu, « Transmission sur fibres optiques » 1984
- [5] Documentation Algérienne Des Eaux sur « les supports de formation du projet de transfert des eaux du barrage taksebt vers les villes Freha/Azazga », septembre 2007.

Mémoires

- [6] mémoire d'ingénieur en automatique, « élaboration d'une solution d'automatisation en configuration décentralisée de la station de traitement des eaux de Taksebt » promotion 2004.
- [7] mémoire d'ingénieur en électronique, « liaison par fibre optique entre deux micro-ordinateur » promotion 2005.
- [8] Thèse D.E.U.A électronique, « étude et exploitation d'un système d'information par fibre optique: Réseau de transfert d'eau du barrage de taksebt (ADE) » promotion 2008.
- [9] mémoire d'ingénieur en électronique, « Contribution à l'amélioration des performances d'une station de traitement d'eau de T.O à TAKSEBT » promotion 2009.
- [10] mémoire d'ingénieur en automatique, « gestion et supervision d'une station de pompage à base d'automate SCHNEIDER à l'aide des DFB » promotion 2009, El Harrach, Alger.
- [11] Institut des télécommunications d'oran, « Etude des liaisons par fibre optique à haut débit » promotion 2005

Compact Disk (CD)

[12] Documentation sur les fibres optiques

[13] Documentation de l'ADE

Sites internet

[14] www.siemens.com/automation/service&support.elecdan.com

[15] www.abcelectronique.fr

[16] www.bibscience.org

ANNEXES

1- La station de pompage SR0**a- Les pompes (P₁, P₂, P₃)**

Les pompes sont de même type leurs caractéristiques sont indiqués dans le tableau

Type : IS 125-330 SISI-13202

Numéro de la série(S/N) : 343402022, année 2007

	Pompe (P₁, P₂, P₃)
Débit nominal QN (m ³ /h)	331,2
HMT(m)	107
Puissance (watt)	124
Nombre de tours (min ⁻¹)	2975

b. Les moteurs

Les moteurs sont de Type : DPIG 315MA/2F et de nature aynchrone de meme caractéristique, comme indique sur le tableau suivant

N⁰:A04336 – EN 60034-1

	Tension (V)	Fréquence (Hz)	Puissance (KW)	Courant In(A)	Vitesse (Tr/min)	cos α
Moteur (1, 2, 3)	400V	50	132	220	2975	0.91
	690y	50	132	128	2975	0.91

c-Anti-bélier

L'anti bélier est installé sur le refoulement de la station ces caractéristiques sont:

Type : CHA3A

Numéro de la série : 500UF656

Nature de gaz : Azote ou air



L'anti-bélier

Pression max	Capacité total	température	Pression de test	Year
25bar	500L	0à40°C	37.5bar	2005

2. La station de pompage SR1

a. Le groupe électropompe horizontale (GEPH) N°1

Le moteur qui a une puissance unitaire de 90 kW.

La pompe qui a un débit de 100 m³/h pour une HMT de 200m.

	Le débit (m ³ /h)	La pression nominale PN (bars)
Le clapet	150	40
La vanne d'aspiration	150	16
La vanne de refoulement(1)	150	25

La vanne de refoulement (2)	150	25
Le manomètre		0/40

b. Le groupe électropompe horizontale (GEPH) N°2

Le moteur qui a une puissance unitaire de 132 kW.

La pompe qui a un débit de 150 m³/h pour une HMT de 200m.

	Le débit (m ³ /h)	La pression nominale PN (bars)
Le clapet	200	25
Le compteur	150	16
La vanne de refoulement(1)	200	25
La vanne de refoulement (2)	150	40/25
Le manomètre		0/25

c. Le groupe électropompe horizontale (GEPH) N°3

Le moteur qui a une puissance unitaire de 90 kW.

La pompe qui a un débit de 100 m³/h pour une HMT de 200m.

	Le débit (m ³ /h)	La pression nominale PN (bars)
Le clapet	150	40

La vanne de refoulement(1)	150	25
La vanne de refoulement (2)	150	16
Le manomètre		0/60

d. Le groupe électropompe horizontale (GEPH) N°4

Le moteur qui a une puissance unitaire de 90 kW.

La pompe qui a un débit de 126 m³/h pour une HMT de 185m.

	Le débit (m ³ /h)	La pression nominale PN (bars)
Le clapet	150	25
La vanne de refoulement(1)	150	25
La vanne de refoulement (2)	150	25
La vanne de référence générale	250	16

3. La station de pompage SR4

a. Les pompes

Type : 9100/5/E1

Débit (m ³ /h)	Nombre de tours (min ⁻¹)	Hauteur nominal(m)	Puissance nominal (KW)
100	982	310	118,9

b. Les moteurs

Type : DM1 315 L2

La puissance(KW)	La fréquence (Hz)	La tension (V)	Le courant (A)	Cos Φ	Poids (Kg)
60	50	400	266	0,92	1080
	60	480	266	0,92	1080

4. Eléments de puissance :

a. Le disjoncteur :

Un disjoncteur assure la protection d'une installation contre les surcharges, les courts-circuits, les défauts d'isolement, par ouverture rapide du circuit en défaut. D'entre les systèmes de communication de puissance tel que les interrupteurs, les contacteurs, sectionneurs porte fusible et le disjoncteur. Ce dernier se distingue par son pouvoir de coupure en charge.

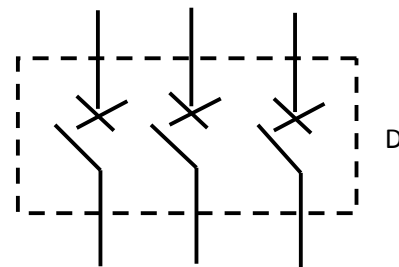


Figure1.11 : le disjoncteur

b. Le sectionneur porte fusible

Le sectionneur est un appareil mécanique de connexion capable d'ouvrir et de fermer un circuit lorsque le courant n'est nul ou pratiquement nul afin d'isoler la partie de l'installation, il assure :

-protection contre les courts-circuits.

-isolement électrique du réseau.

-protection contre la marche en monophasé. Si la marche en monophasé est provoquée par la fusion d'un fusible.

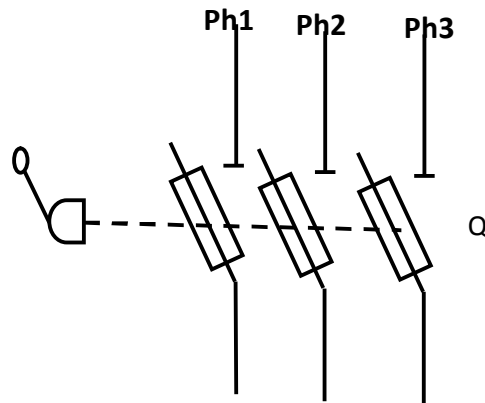


Figure1.12 : Le sectionneur porte fusible

c. Le contacteur

Est un appareil mécanique de connexion commandé par un électro-aimant.

Fonctionne par tout ou rien, assure la commutation de puissance permettant le transfert ou l'interruption de l'énergie électrique en provenance du réseau, vers les récepteurs, et la protection contre le manque et les chutes de tension. Le contacteur, grâce à son électro-aimant, remplit la fonction de commande à distance.

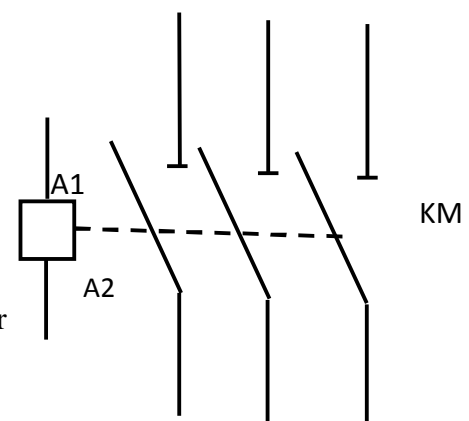


Figure1.13 : Le contacteur

5- Eléments de commandes

Ils comportent essentiellement d'un relais thermique, relais de niveau, relais volt métrique, et un relais de temporisation.

a. Relais thermique

Est destiné à assurer la protection des moteurs a courant alternatif contre :

- les surcharges faibles et prolongées.
- le manque de phase.
- le déséquilibre de phase.

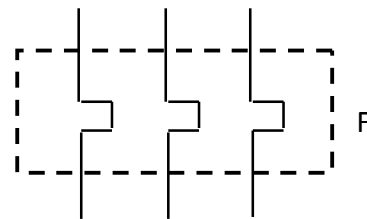


Figure1.14 : Relais thermique

b. Les relais auxiliaires

Ce sont des relais se caractérisent par leurs tensions d'alimentation de 400V/6A, avec un temps de réponse de l'ordre de 15ms, et un retard à la fermeture de l'ordre de 13ms. On utilise les relais auxiliaires pour assurer l'isolation entre le circuit de puissance et l'automate.

c. Les relais de couplage

Leurs principe est le même avec les relais auxiliaires sauf que ceux-ci sont alimentés avec 24v AC/DC avec un temps de réponse très rapide, de l'ordre de 10Ms au maximum, et un retard à la fermeture de l'ordre de 8ms au maximum. Leur consommation est très faible.

d. Relais voltmétrique

Il est destiné à protéger le circuit de puissance et le récepteur contre la chute tension et le déséquilibre de phase.

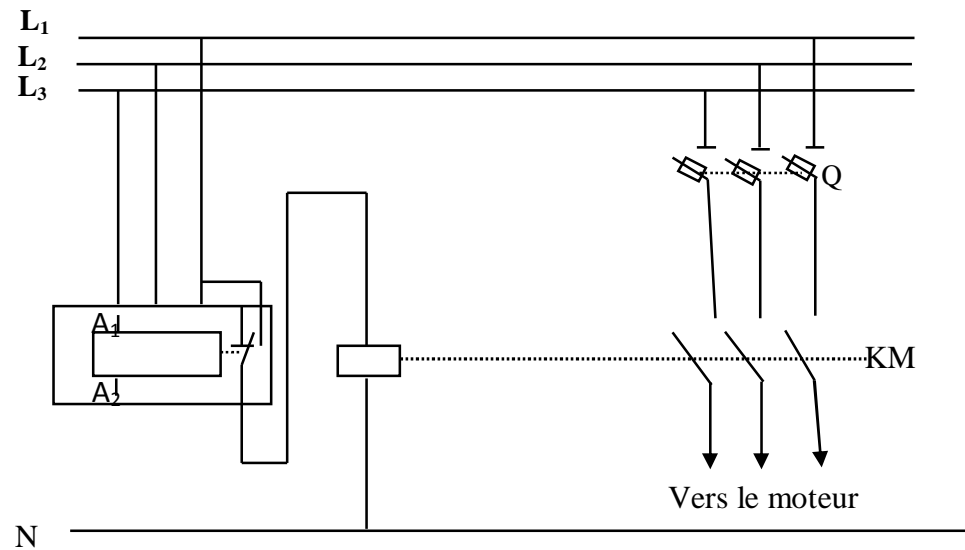
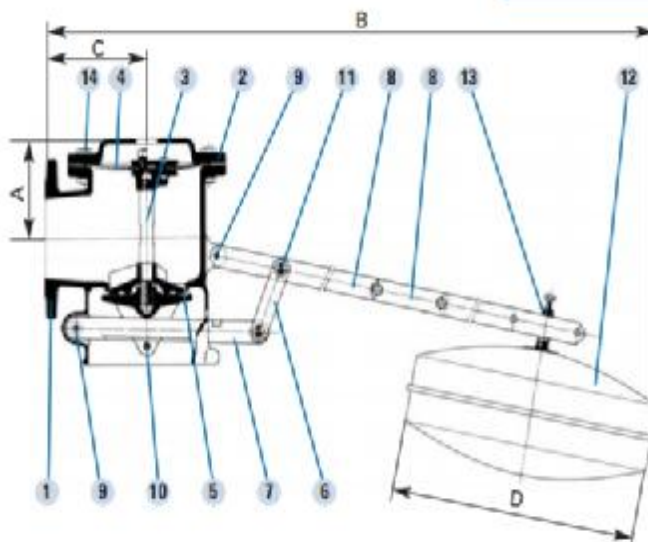


Figure 1.13 : Relais Volt métrique

6. Le flotteur

ROBINET A FLOTTEUR COMPENSE
DN 40 à 250 - Série J2 10



Fonctionnement

Une membrane de haute résistance équilibre à 90% l'effet de la pression sur le clapet, sans aucun frottement ou risque de coincement.

La manœuvre du robinet est donc très douce et ne nécessite que des appareillages mécaniques et un flotteur réduits.

La légère prépondérance à l'ouverture (10%) qui subsiste, empêche les battements et amortit les mouvements rapides. La forte démultiplication du bras de levier rend l'appareil peu sensible aux oscillations du plan d'eau. L'ensemble est simple, robuste et ne nécessite aucun réglage.

Rep	Désignation	Nb	Matériaux	Normes
1	Corps	1	Fonte GL/EN-GJL-250	NF EN 1561
2	Chapeau	1	Fonte GL/EN-GJL-250	NF EN 1561
3	Tige centrale	1	Inox 420F/X29CrS13	NF EN 10088
4	Membrane	1	Elastomère toilé	
5	Clapet	1	P.U.R.	
6	Levier intermédiaire	1	Acier galvanisé/S235-JR	NF EN 10025
7	Levier inférieur	1	Fonte galvanisée/EN-GJMB-350-10	NF EN 1562
8	Levier porte flotteur	2	Acier galvanisé/S235-JR	NF EN 10025
9	Axe goupille	2	Inox 304L/X2CrNi18-09	NF EN 10088
10	Axe goupille	1	Inox 304L/X2CrNi18-09	NF EN 10088
11	Axe rondelles goupilles	2	Inox 304L/X2CrNi18-09	NF EN 10088
12	Flotteur	1	Inox/X2CrNiMo17-12-2	NF EN 10088
13	Chape	1	Bronze/CuZn39Pb1Al	NF EN 1982
14	Visserie	s/DN	Acier galvanisé/S235-JR	NF EN 10025

DN	A	B	C	D	H	H'	E	Poids
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
40	108	1490	115	380	250	950	190	21
50	108	1490	115	380	250	950	190	22
60	108	1490	115	380	250	950	190	22
65	108	1490	115	380	250	950	190	23
80*	128	1550	150	380	270	1050	210	30
100	128	1550	150	380	270	1050	210	31
125	159	2020	180	435	350	1200	230	48
150	159	2020	180	435	350	1200	230	51
200	230	2310	270	435	400	1500	285	126
250	230	2310	270	435	400	1500	285	130

Montage

Vérifier que le passage réservé dans la maçonnerie coïncide avec le tableau ci-dessous (notamment la cote E, tolérance ± 20 mm). Le bras de levier et le flotteur sont livrés démontés. Il est nécessaire d'assembler les 2 parties du bras de levier.

Montage en fond de réservoir, utiliser le kit complémentaire qui comprend : 1 chaîne inox de 4 m, 2 chapes d'attache et 2 manilles. Bien respecter la cote H' (débattement du bras de levier).

Si la pression de service doit être supérieure à 1 bar, il est vivement conseillé de prévoir un tube de tranquillisation (PVC, acier, fonte, béton, éternit) conformément au schéma ci-après. Ce tube est destiné à calmer les trop forts mouvements du plan d'eau.

Pour les traversées de parois à la construction, prévoir une gaine étanche.

Débit conseillé / dimensionnement

Le diamètre de l'appareil doit être déterminé en fonction du débit selon 2 cas :

- la charge disponible est faible (≤ 1 bar). Nous recommandons de dimensionner selon le cas 1. La perte de charge de la vanne à pleine ouverture sera d'environ 2 mCE.
- la charge disponible est forte (> 1 bar). Dimensionnement selon cas 2. La perte de charge sera d'environ 5 mCE.

La variation du débit en fonction du niveau est progressive depuis la pleine ouverture H' à la fermeture H (voir schéma de montage).

Débits en l/s

DN	40	50	60	65	80	100	125	150	200
Cas 1	2	3	4	4	7,5	12	18,5	26,5	47
Cas 2	3	5	7	7	12,5	20	31	44	78,5



7. Contacteurs de niveau à flotteur (les poires)

Pour utilisation dans les eaux résiduaires et pluviales.

Dans notre cas, ces capteurs sont utilisés dans le fonctionnement en mode dégradé

Applications

- Détection de niveau d'eau, pour l'équipement de stations de pompage.

Il faut un flotteur par niveau à détecter.

- Régulation automatique de pompes ou Autre. Il faut un flotteur commun au

Niveau bas, un pour chaque pompe au

Niveaux hauts désirés, et un pour

L'alarme (le cas échéant).

- Sécurité/alarme pour complément

D'installations réalisées avec d'autres

Principes physiques (mesures par

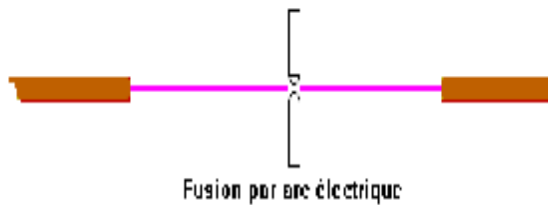
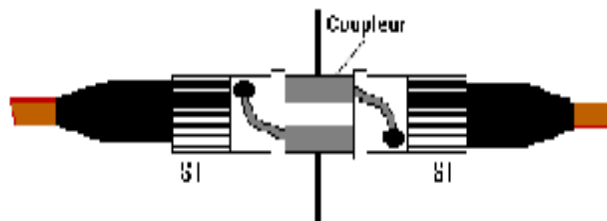
Ultrasons par ex.)

1. Mesure sur fibre optique

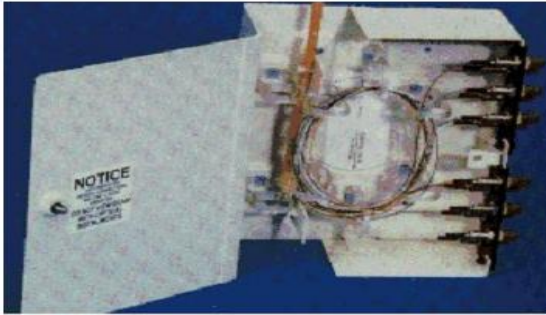
dB	% transmis	Pertes %
0,00	100	0
0,01	99,8	0,2
0,1	97,7	2,3
1	79,4	20,6
2	63,1	36,9
3	50	50
4	39,8	60,2
10	10	90
20	1	99
40	0,01	99,9

Correspondance dB / % transmis

2. Trois exemples de connexions en fibre optique





3. Boîte de connexion où l'on peut installer des coupleurs ou des connecteurs Pig tail :



Boîte de connexion murale pour connecteurs ST

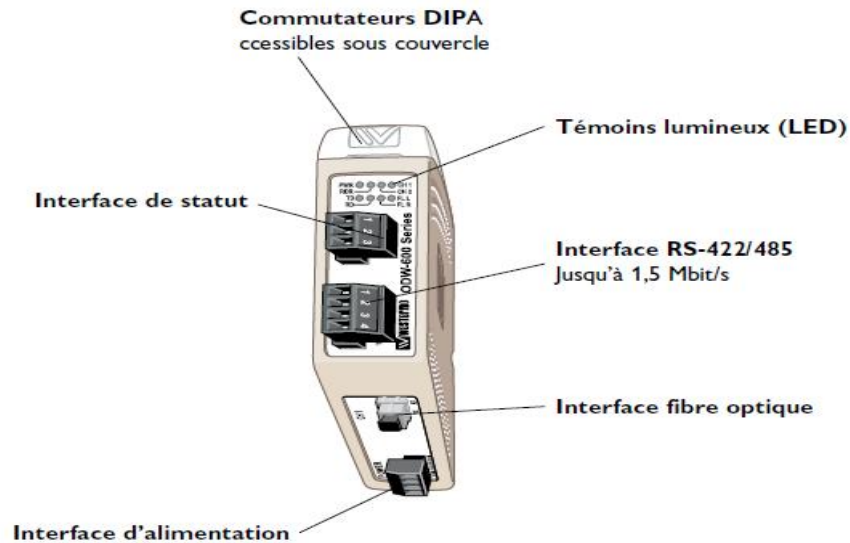
Les connecteurs au standard 2.5 mm sont illustrés dans le tableau ci après.

<p>ST®</p> 	<p>Norme: CEI 60874-10</p> <p>Dénomination: BFOC 2.5</p> <p>Verrouillage de la fiche sur le raccord de type baïonnette « pousser & tourner »</p> <p>Conçu par AT&T en 1985</p>	<p>Proposé par tous les constructeurs de connecteurs, le ST est devenu un standard « de facto ». Il est majoritairement utilisé pour les applications LAN multimodes. La dénomination ST2 correspond à une ergonomie améliorée de la baïonnette sous forme d'une rampe hélicoïdale. Le ST2 a rigoureusement les mêmes performances que le ST.</p> <p>Il n'existe pas de règle normalisée pour distinguer les applications multimode et monomode, mais l'usage veut que le manchon soit de couleur noire ou rouge pour la première, et jaune ou bleu pour la seconde.</p> <p>La version ST à embout métallique est surtout utilisée pour le raccordement sur fibres spéciales de type 100/140 µm, 200/230 µm et sur fibre optique plastique 1000 µm. La version ST à embout polymère est une alternative bas coût, mais qui n'est pas très populaire (performance moindre et difficulté de mise en œuvre).</p>
<p>SC</p> 	<p>Norme: CEI 60874-14</p> <p>Dénomination: SC ("Subscriber Connector")</p> <p>Verrouillage de type encliquetable « push-pull »</p> <p>Développé par NTT en 1986</p>	<p>L'interface SC est la plus employée actuellement. On la retrouve sur un très grand nombre d'équipements actifs quelle que soit l'application (Ethernet, ATM, Sonet/SDH, Fiber Channel...). Elle présente de nombreux avantages par rapport au ST : dépassement moindre de l'embout donc diminution du risque de pollution, conception « pull-proof » donc pas de risque de déconnexion lors d'une traction sur le câble, section rectangulaire pour une meilleure prise en main et un guidage amélioré à l'intérieur du raccord, code couleur normalisé.</p> <p>Le code couleur s'applique à la fois sur les corps de fiche et les raccords de la façon suivante : beige pour une application multimode, bleu pour monomode PC, et vert pour monomode APC.</p>

<p>FC</p> 	<p>Norme: CEI 60874-7</p> <p>Dénomination: FC</p> <p>Verrouillage à vis « screw-in »</p> <p>Inventé par NTT en 1984</p>	<p>Le FC est très rarement utilisé dans les réseaux LAN, mais il a été souvent choisi par les constructeurs comme interface sur les équipements de mesure. Le FC est plutôt utilisée pour des applications monomodes et surtout au Royaume Uni. L'usage veut que le manchon soit de couleur noire pour les applications multimodes, jaune ou bleu pour celles monomodes PC, et vert pour celles monomodes APC.</p>
<p>SC DUPLEX</p> 	<p>Norme: CEI 60874-19</p> <p>Dénomination: SC DPX</p>	<p>Le SC DUPLEX est l'association de deux fiches SC, rendues solidaires à l'aide d'un clip ou de tout autre artifice mécanique. Ses caractéristiques sont identiques à celles du SC. Dans sa version duplex, l'utilisation du SC est recommandée dans les standards génériques ISO/IEC-11801 et EN-50173. Les lettres A et B indiquées sur le clip identifient les ports Rx (réception) et Tx (transmission) conformément à la norme. Le même code couleur s'applique: beige pour une application multimode, bleu pour monomode PC, et vert pour monomode APC</p>
<p>FDDI</p> 	<p>Norme: CEI 61754-12 & ANSI X3T9.5</p> <p>Dénomination: MIC, FSD</p> <p>Verrouillage latéral</p> <p>Lancé en 1984</p>	<p>D'utilisation restreinte aux réseaux FDDI, le MIC (Media Interface Connector) fut le premier connecteur bivoie à embouts flottants disponible sur le marché. Ce connecteur présente aussi l'avantage d'offrir un système de détrompage fiches/raccords à l'aide de clés de couleur clipsables sur le boîtier du connecteur. A noter que le boîtier est très robuste et protège efficacement les embouts (pollution ou dommages). Cependant, son encombrement est pénalisant. Les versions multimodes sont de couleur beige, le noir étant réservé pour les applications monomodes.</p>
<p>ESCON</p> 	<p>Norme: ESCON</p> <p>Dénomination: RSD</p> <p>Verrouillage latéral</p> <p>Développé par IBM en 1990</p>	<p>D'utilisation exclusive pour les environnements ESCON (Enterprise Systems Connector) et réseaux de type SAN (Storage Area Network), il s'agit d'un connecteur bivoie à embouts flottants. Il dispose d'un volet rétractable qui protège les embouts optiques lorsque la fiche n'est pas utilisée. Pour les applications monomodes, il est courant d'utiliser le SC DUPLEX, bien qu'il existe au moins un constructeur proposant une version ESCON monomode.</p>

5. Définition d'une interface

L'interface est définie comme étant un dispositif de communication permettant à un périphérique de communiquer avec un autre tout en adaptant le signal de sortie de l'un au signal d'entrée de l'autre, et inversement (en convertissant les signaux de l'émetteur en signal utilisable par le récepteur).



6. Réseau RS 485 2 fils

Le câblage du réseau de communication sur 2 fils permet l'utilisation d'une seule paire blindée, donc un câblage simple.

Chaque équipement connecté sur le réseau comprend un émetteur et un récepteur raccordés sur le même câble.

La communication étant bidirectionnelle alternée "Half duplex", les messages transitent dans les 2 sens sur la même ligne du maître vers les esclaves et inversement.

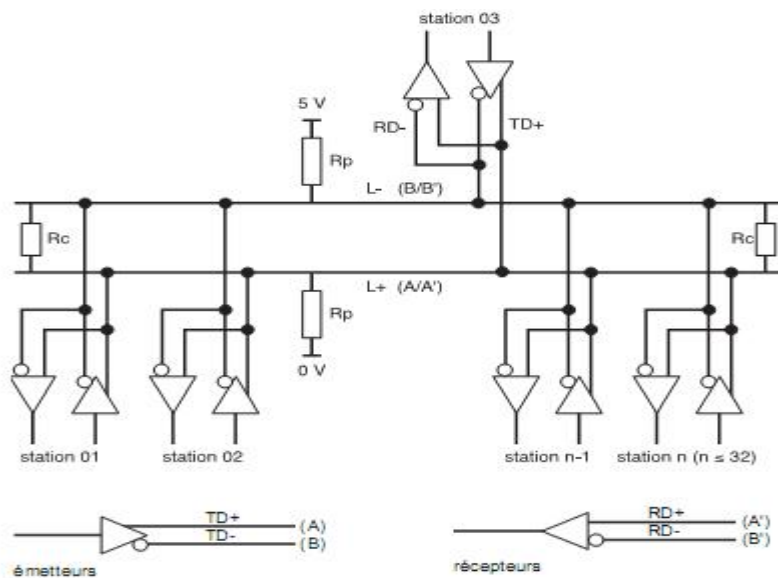
La communication se fait en alternance : les émetteurs occupent la ligne à tour de rôle. Le maître peut être une quelconque station.

a-Raccordement des stations

Le réseau est constitué d'un simple câble (une paire torsadée blindée). La connexion des différents postes du réseau se fait en reliant :

- D'une part, toutes les sorties repérées + (TD+, RD+) sur le fil + du réseau (repéré L+)
- D'autre part, toutes les sorties repérées - (TD-, RD-) sur le fil - du réseau (repéré L-).

b. Architecture générale d'un réseau RS 485 2 fils



c. Adaptation fin de ligne

2 résistances de 150 ohms (R_c) sont obligatoires (une à chaque extrémité) pour réaliser l'adaptation d'impédance de la ligne.

Chaque équipement ainsi que chaque connecteur, boîtier de connexion, ou interface Sepam contient une résistance de 150 Ohms qui peut être utilisée à cet effet.

d. Polarisation de réseau RS485

La polarisation a pour effet de faire circuler en permanence un courant dans le réseau, imposant un état repos à tous les récepteurs lorsqu'aucun émetteur n'est validé.

La polarisation du réseau est réalisée en reliant le fil ($L+$) au 0 V et le fil ($L-$) au 5 V par l'intermédiaire de deux résistances de polarisation de 470 Ohms (R_p).

La polarisation doit être unique sur une ligne pour éviter les aléas de transmission.

7. Réseau RS 485 4 fils

Le câblage du réseau de communication sur 4 fils utilise 2 paires blindées.

En 4 fils on définit la station "poste maître" puis deux lignes de communication, une ligne "émission" maître vers esclaves et une ligne "réception" des esclaves vers le maître.

La communication est alternée “Half duplex”. Les demandes transitent du maître vers les esclaves sur la ligne émission. Les réponses transitent des esclaves vers le maître sur la ligne réception.

a. Raccordement des postes esclaves.

La connexion des différents postes esclaves du réseau se fait en reliant :

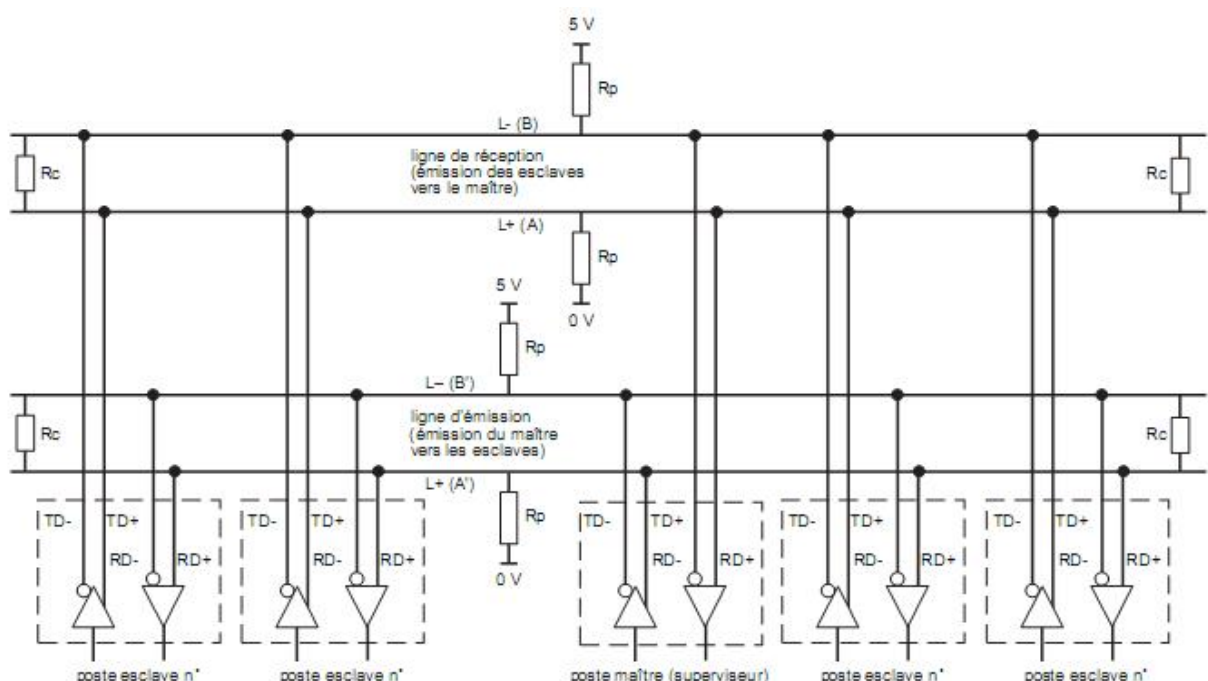
- Les entrées RD+ sur la ligne “émission” L+ (A')
- Les entrées RD- sur la ligne “émission” L- (B')
- Les sorties TD+ sur la ligne “réception” L+ (A)
- Les sorties TD- sur la ligne “réception” L- (B).

b. Raccordement du poste maître

La connexion du poste maître est inversée par rapport aux postes esclaves :

- L'entrée RD+ sur la ligne “réception” L+ (A)
- L'entrée RD- sur la ligne “réception” L- (B)
- La sortie TD+ sur la ligne “émission” L+ (A')
- La sortie TD- sur la ligne “émission” L- (B').

c. Architecture générale d'un réseau RS 485 4 fils



Rc = résistance de charge (150 ohms).

Rp = résistance de polarisation (470 ohms)

d. Adaptation fin de ligne

4 résistances de 150 Ohms (R_c) sont obligatoires (une à chaque extrémité) pour réaliser l'adaptation d'impédance des 2 lignes, émission et réception.

Polarisation du réseau RS485

Il est nécessaire de polariser les 2 lignes, émission et réception.

La polarisation des 2 lignes, émission et réception, n'est pas assurée par les interfaces Sepam.

1. DESCRIPTION DU PROTOCOLE MODBUS

Le protocole Modbus est un protocole maître/esclave permettant à un maître de demander des réponses auprès des esclaves ou d'agir en fonction de la demande.

Le maître peut s'adresser à chaque esclave ou lancer un message en diffusion à l'ensemble des esclaves. Les esclaves renvoient un message (réponse) aux requêtes qui leur sont adressées individuellement. Les réponses aux requêtes de diffusion générale du maître ne sont pas renvoyées.

a.Mode maître Modbus : Le mode maître Modbus permet à l'automate de lancer une transmission de requête Modbus, avec une réponse attendue d'un esclave Modbus.

b.Mode esclave Modbus : Le mode esclave Modbus permet à l'automate de répondre aux requêtes Modbus d'un maître. Il s'agit du mode de communication par défaut, si aucune communication n'est configurée.