

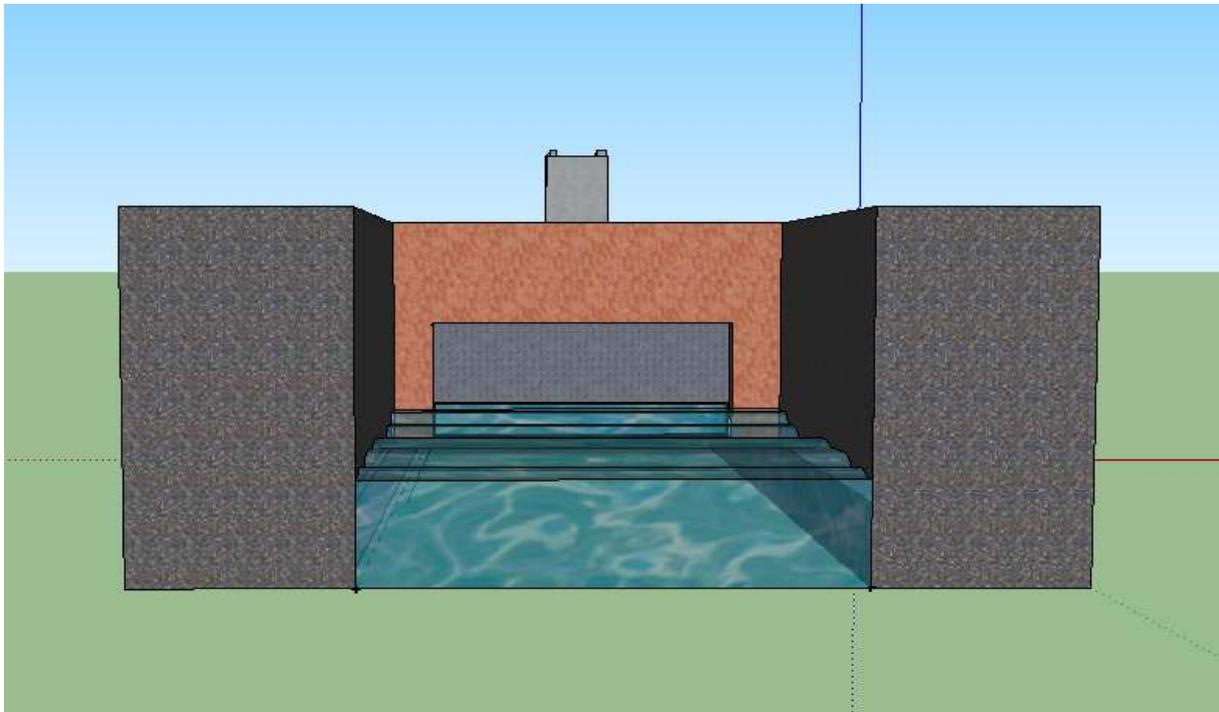


UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEUR POLYTECHNIQUE D'ANTANANARIVO
DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE
FILIERE : GENIE INDUSTRIEL



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Licences és-Sciences Techniques
en Génie Industriel

AUTOMATISATION D'UNE VANNE EN AMONT



Présenté par : Monsieur ANDRIATSITOHAINA Hervé Landry

Le 09 Novembre 2013

Sous l'encadrement de : Monsieur RAVELOJAONA Johnson

Promotion 2012

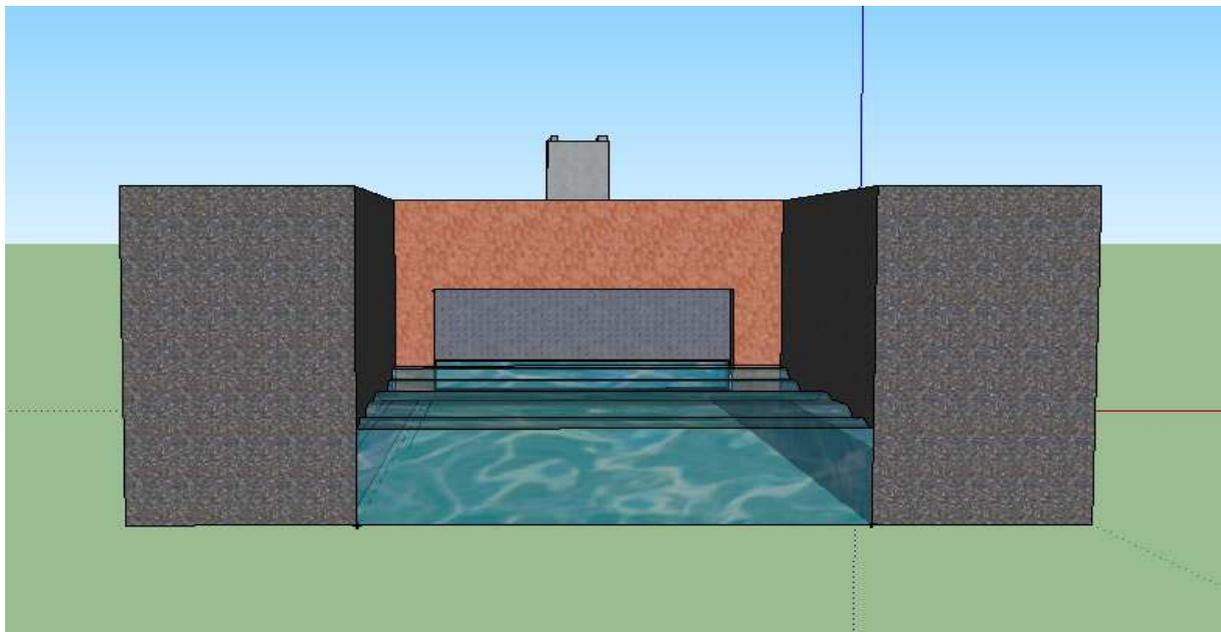


UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEUR POLYTECHNIQUE D'ANTANANARIVO
DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE
FILIERE : GENIE INDUSTRIEL



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Licences és-Sciences Techniques
en Génie Industriel

AUTOMATISATION D'UNE VANNE EN AMONT



Présenté par : Monsieur **ANDRIATSITOHAINA Hervé Landry**

Président de jury : Monsieur **RAKOTOMANANA Charles Rodin**

Directeur du mémoire : Monsieur **RAVELOJAONA Johnson**

Membres du jury :

- Monsieur **ANDRIAMANALINA William**
- Monsieur **JOELIHARITAHAKA Rabeatoandro**

Promotion 2012



Remerciements

Je glorifie Dieu Tout Puissant Qui m'a aidé à réaliser ce travail. Sa grâce et sa bénédiction m'ont été précieux et je Lui exprime mes sincères remerciements.

Je suis reconnaissant envers Monsieur ANDRIANARY Philippe, Professeur et Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo de m'avoir accueilli au sein de notre honorable établissement.

Je remercie chaleureusement les deux Chefs de Département :

- Monsieur RAKOTONIAINA Solofohery, Chef de Département Génie Electrique.
- Monsieur RAKOTOMANANA Charles Rodin, Chef de Département Génie Mécanique et Productique. Et qui est aussi Président du jury de ce mémoire.

Mes vifs remerciements s'adressent aussi à Monsieur RAVELOJAONA Johnson, Directeur de ce mémoire. J'en suis reconnaissant pour son aide et ses conseils malgré ses lourdes responsabilités.

Mes sincères remerciements vont également aux membres du jury, à savoir :

- Monsieur ANDRIAMANALINA William, Enseignant Chercheur à l'ESPA.
- Monsieur JOELIHARITAHAKA Rabeatoandro, Enseignant à l'ESPA.

Sans oublier les enseignants qui m'ont façonné durant ces trois années de formation au sein de l'ESPA.

Je remercie également Monsieur Henri RAMANANARIVO, Directeur de la société Power & Water et son équipe, d'avoir suggéré ce thème et d'avoir partagé leurs expériences.

Enfin, j'adresse mes profonds remerciements à toute ma famille pour leurs encouragements et soutien.

Ainsi que mes amis et connaissances qui ont contribué de près ou de loin pendant la réalisation de cet ouvrage.



TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERESII

LISTES DES FIGURES : IV

LISTE DES TABLEAUX : V

LISTE DES ABREVIATIONS: VI

INTRODUCTION..... 1

Partie I : GENERALITES D'UNE MICROCENTRALE HYDRAULIQUE 2

 Chapitre I : PRESENTATION DE LA MICROCENTRALE..... 3

 I.1.Ouvrage hydraulique et génie civil..... 4

 I.2. Les Turbines et Générateurs. 5

 I.3. Equipements électriques. 8

 Chapitre II : CARACTERISTIQUES ET GENERALITE DE LA TURBINE BANKI 9

 Historique..... 9

 II.1.Caractéristiques. 9

 II.2. Aubes et distributeur. 12

 Chapitre III : NCESSITE DE L'AUTOMATISATION D'UNE VANNE EN AMONT
D'UNE MICROCENTRALE HYDRAULIQUE..... 16

 III.1. Problématique. 16

 III.2. But de l'automatisation..... 16

 CONCLUSION 18

Partie II : LES ELEMENTS DE L'AUTOMATISME 19

 Chapitre I : LE CAPTEUR 20

 I.1. Généralités sur les capteurs. 20

 I.2. Le capteur à fibre optique. 21

 I.3. Les avantages de l'utilisation d'un capteur à fibre optique. 26

 Chapitre II : LE DISTRIBUTEUR A COMMANDE PROPORTIONNELLE 27

 II.1. Généralités sur la commande proportionnelle..... 27

 II.2. Les composantes du distributeur. 29



II.3. Mode de branchement.	33
Chapitre III : LA VANNE.....	34
III.1. Les mécanismes de la vanne.	34
III.2. Dimensionnement de la vanne et les organes hydrauliques.....	36
III.3. Schémas du circuit et dessin de la vanne.	48
Partie III : ETUDE ECONOMIQUE ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX.....	53
Chapitre I : ETUDE ECONOMIQUE.....	54
I .1. Estimation du coût des matériaux.	54
I.1.a. Les organes hydrauliques :	54
Chapitre II : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX.....	56
II.1. Effets négatifs de l'automatisme.	56
II.2. Les avantages de l'automatisme.....	56
II.3 Solutions proposées pour remédier aux impacts négatives	57
CONCLUSION.....	58
ANNEXES :	i



LISTES DES FIGURES :

Figure 1 : Microcentrale hydraulique 3

Figure 2 : Roue d'une turbine Pelton avec 4 injecteurs 6

Figure 3: Coupe d'une turbine Banki 7

Figure 4 : Turbine Banki (Vue de profil) 10

Figure 5 : Tracé d'aube 13

Figure 6 : Représentation graphique de la turbine en fonction de W_1/ C_1 14

Figure 7 : Position ouverte et fermée du distributeur 15

Figure 8 : La réflexion totale 22

Figure 9 : La fibre optique 23

Figure 10 : Têtes d'un capteur à fibre optique 24

Figure 11 : Conditionneur de signal CZ-K1 26

Figure 12 : symbole général 28

Figure 13 : coupe d'un distributeur à commande proportionnel 29

Figure 14 : Courbe caractéristique du débit en fonction du courant 31

Figure 15 : Diagramme du débit en fonction de la pression 31

Figure 16 : Branchement de l'électroaimant 33

Figure 17 : Tige de la vanne 36

Figure 18 : Abaque de tuyauterie 44

Figure 19 : La vanne et le canal 50

Figure 20 : Grafcet du circuit 52



LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Symbole de quelques types de distributeur à commande proportionnel.....	28
Tableau 2 : Les principaux types de position médiane rencontrés sur des distributeurs à commande proportionnelle.....	29
Tableau 3 : Caractéristique de la tuyauterie	41
Tableau 4 : Tableau de la jupe de la conduite	44
Tableau 5 : Liste des composants.....	49
Tableau 6 : Choix de la technologie.....	51
Tableau 7 : Coût des organes hydrauliques.....	54
Tableau 8 : Coût de la vanne	55
Tableau 9 : Coût des éléments électriques	55



LISTE DES ABREVIATIONS:

Symboles	Désignations	Unités
C	couple moteur	[daN/m]
Cyl	Cylindrée	(l /tr) ou [cm ³ /tr]
D	diamètre intérieur de la tuyauterie	[cm]
H	Hauteur	[mm]
I	Investissement	[Ariary]
L	longueur	[mm]
l	largeur	[mm]
N	Vitesse de rotation	[tr/min]
P	puissance	[kW]
P	pression	[bar]
P _{mot}	puissance du moteur électrique	[kW]
Q	débit	[l/min]
Re	nombre de Reynolds	
Δp	perte en charge	[bar]
η	rendement du moteur électrique	[bar]
$\sqrt{\quad}$	viscosité cinématique du fluide	[cst]
ρ	masse volumique du fluide	[kg/m ³]



INTRODUCTION

Une Microcentrale, source d'électricité présente beaucoup d'avantage pour le développement d'une zone rurale privée de cette source d'énergie. Non seulement elle contribue au développement de la population, mais participe aussi à la réduction du taux d'insécurité dans ce site.

En ce moment, la société Power & Water implantée dans la commune rurale d'Ankazomiriotra œuvre dans l'amélioration du bien-être dans cette commune en permettant l'accès à l'électricité aux habitants. Elle délivre de l'énergie électrique qui a une puissance de 120 [KW] pour les 300 toits de la commune. Mais un des problèmes technique que la centrale subissait fréquemment est le problème de manque d'eau, entraînant l'arrêt de la centrale et la coupure d'électricité dans la commune.

Ainsi, compte tenu de ces deux cas, il nous est venu l'idée d'automatisation d'une vanne en amont pour faire face à ces problèmes.

Le travail d'étude est divisé en 3 parties :

- La première partie nous donne les généralités d'une microcentrale.
- La seconde partie est consacrée aux éléments de l'automatisme.
- Et la troisième partie nous montre l'étude économique et environnementale de l'automatisation de la vanne amont.



Partie I : GENERALITES D'UNE MICROCENTRALE HYDRAULIQUE

Chapitre I : PRESENTATION DE LA MICROCENTRALE

Dans un milieu rural où l'interconnexion des réseaux moyennes ou basse tension s'avère impossible, l'implantation d'une microcentrale hydraulique est une des solutions la plus efficace pour le projet de l'électrification rurale.

La centrale d'Ankazomiriotra est constituée par deux turbines Banki ou turbine Cross flow. Et deux générateurs synchrones produisant de l'électricité pour alimenter un réseau de moyenne tension. La littérature technique considère qu'elle fait partie des petites centrales, celles dont la puissance est inférieure à 2000kW ou 2 mW. Ainsi, les petites centrales pourraient-être subdivisées en mini centrales (à une puissance maximale de 500kW), en microcentrales (à une puissance maximale de 100kW) et en pico-centrales (à une puissance maximale de 0,2kW à 5kW). La figure ci-dessous nous montre les différents mécanismes constituant l'ensemble d'une centrale hydraulique en générale.

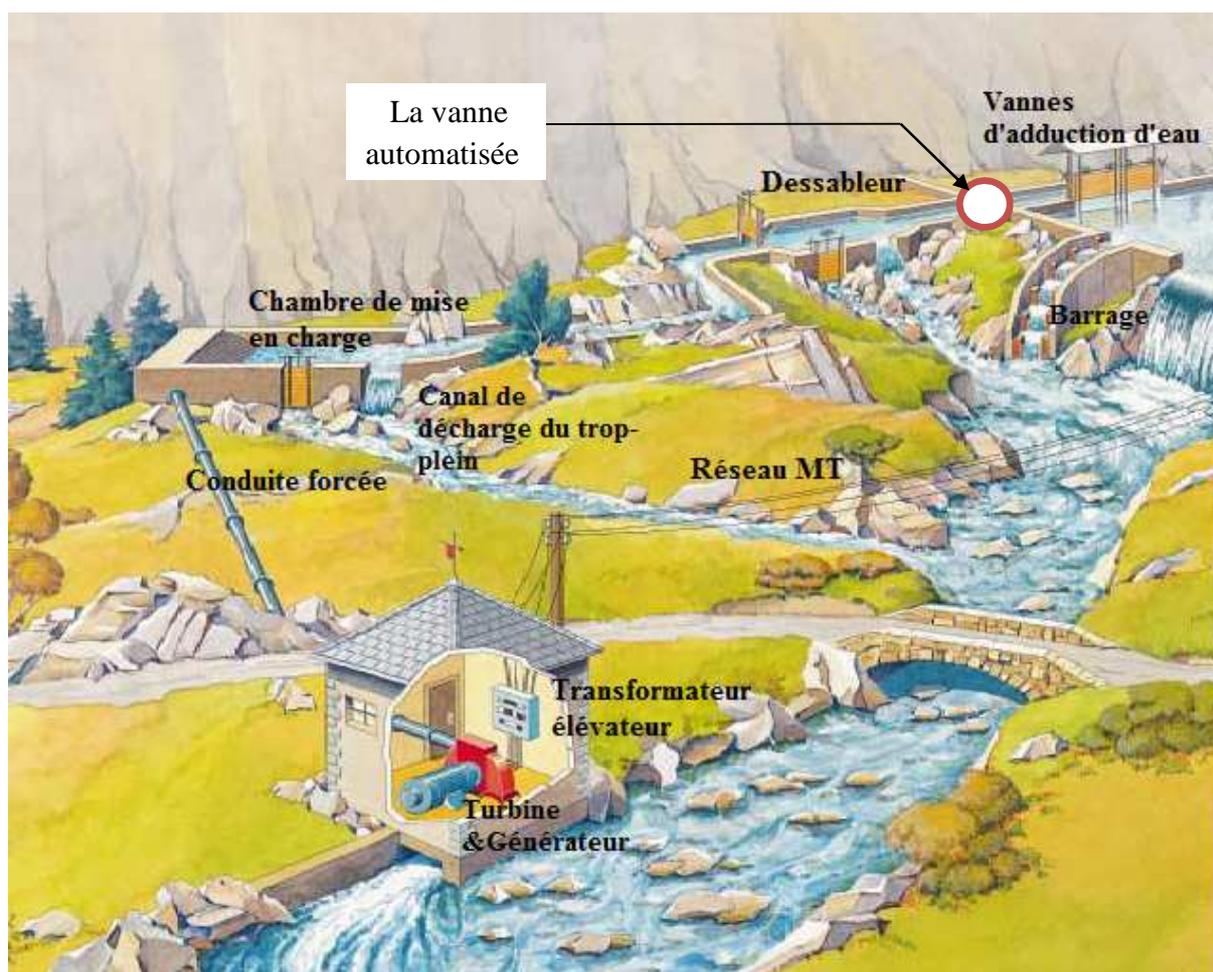


Figure 1 : Microcentrale hydraulique



I.1.Ouvrage hydraulique et génie civil.

- **Prise d'eau ou barrage :**

La prise d'eau ou barrage a pour fonction de dériver par temps sec comme en période de crue le débit nécessaire pour alimenter la ou les turbines. Son existence est très importante, car c'est elle qui assure l'alimentation de la centrale grâce à son retenue d'eau. Pour les microcentrales, deux prises d'eau sont usuelles:

- **la prise latérale**
- **la prise tyrolienne (dite prise inversée)**

Les prises latérales se trouvent principalement sur les rivières du Plateau. Habituellement, elles sont combinées avec un barrage fixe ou mobile qui assure une certaine retenue d'eau en amont pour prélever le débit désiré mais qui sera conçu pour laisser passer les graviers et sédiments avec les crues.

La prise tyrolienne ou inversée a fait ses preuves sur des rivières et torrents à forte pente et à débits très variables. L'eau captée tombe à travers une grille à barreaux ou en tôle perforée placée directement dans le lit de la rivière. Les graviers et débris transportés par les crues glissent sur la grille qui ne laisse passer que l'eau et les sédiments fins.

- **Conduites d'eaux :**

Les conduites d'eaux sont constituées **par le canal d'amené avec dessableur, une chambre de mise en charge et une conduite forcée.**

- **Le canal d'amené**, qui sert de conduite d'eau dérivée par la prise d'eau ou barrage. Sa distance pourrait aller à des centaines de mètres. Il se peut qu'une grille soit installée le long du canal pour éviter le passage des débris transportés par l'eau.

- **Le dessableur** est un bassin plus large que le canal et dans lequel la vitesse de l'eau est suffisamment ralentie pour que les particules solides puissent s'y déposer. L'eau déviée par la prise dans le canal de dérivation transporte avec elle des matières en suspension (boues) et des sédiments (sable, gravier) qui doivent être éliminés dans un dessableur.

- **La chambre de mise en charge** est un autre bassin qui suit le dessableur, assurant une fonction d'accumuler l'eau pour augmenter la pression d'eau circulant dans la conduite forcée et assure le remplissage de la canalisation qui relie cet ouvrage à la turbine (la conduite forcée).

- **La conduite forcée** est réalisée avec des tuyaux standards. Les conduites forcées des petites centrales récentes sont généralement enterrées, ce qui permet de préserver le paysage.



Elles sont d'habitude de section circulaire et son bout dépend du nombre de turbine qu'elle alimente. C'est-à-dire, il peut être en « Y » quand il alimente deux turbines, an « W » quand c'est trois turbines et tant d'autres (Cas des turbines Banki).

- **La centrale :**

La centrale contient **la turbine**, qui est une pièce principale de l'installation, elle est une sorte de roue qui est mise en rotation par le débit d'eau qui la traverse. **Le générateur**, qui va convertir l'énergie mécanique de la turbine en énergie électrique. **Une armoire électrique de commande et de distribution** nécessaire pour la sécurité des installations et aussi des personnes. Il convient de distribuer le courant sur le réseau via un tableau où des appareils (fusibles, sectionneurs), permettent de contrôler la distribution de l'électricité. **Le canal de fuite** est la voie d'évacuation des eaux qui ont traversé la turbine. Ce canal est relié au cours d'eau qui retrouve le volume d'eau détourné à la prise d'eau.

I.2. Les Turbines et Générateurs.

I.2.a. Les turbines et ses caractéristiques :

Une turbine est composée d'un distributeur, d'une roue et d'un diffuseur ou aspirateur. Le distributeur a pour rôle de diriger les filets liquides pour qu'ils atteignent la roue avec la bonne vitesse et la bonne direction. La roue est composée d'augets ou de pales ; elle transforme l'énergie cinétique et/ou de pression de l'eau en énergie mécanique. Le diffuseur ou aspirateur sert à récupérer l'énergie cinétique et/ou de pesanteur que le fluide possède encore à la sortie de la roue.

Issues des roues à eau, les turbines modernes ont été développées à partir de conceptions élaborées au IX^{ème} siècle, mais encore valables aujourd'hui. Pour une petite centrale déterminée, le type de turbine adéquat sera choisi en fonction de la hauteur de chute et du débit du site. Dans notre cas (microcentrale) les turbines recommandées sont les turbines de type Pelton et la turbine Cross-flow ou turbine Banki. La microcentrale Power & Water d'Ankazomiriotra utilise comme turbine: la turbine Banki.

➤ **La turbine Pelton :**

Elle est équipée d'une roue à augets qui sont frappés par un ou plusieurs jets d'eau à grande vitesse. Par déviation dans les augets, l'eau transmet sa force à la roue. Le débit, qui

est en conséquence la puissance de la turbine, est réglé en variant l'ouverture de l'injecteur qui produit le jet avec un pointeau mobile.

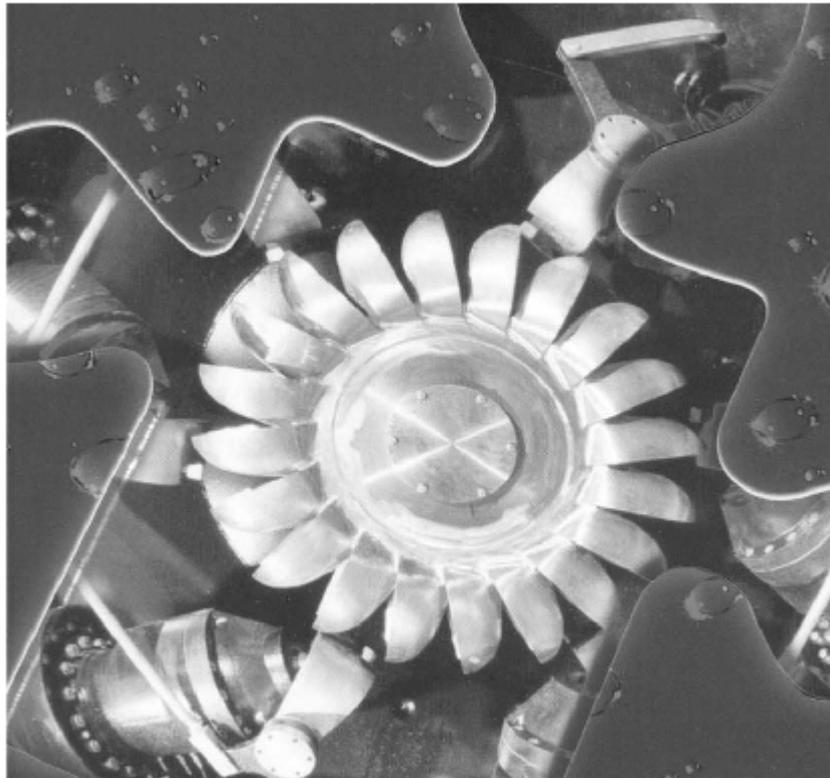


Figure 2 : Roue d'une turbine Pelton avec 4 injecteurs

➤ La Turbine Banki ou turbine Cross-flow :

La turbine Banki ou encore **turbine à flux traversant** se distingue en particulier par sa robustesse, la simplicité de sa construction et de faibles exigences du point de vue surveillance et entretien. Son rendement est cependant légèrement inférieur à celui des autres types de turbines.

Elle est formée d'une roue à aube de forme cylindrique, traversée à angle droit par un jet d'eau de section rectangulaire ; le débit est réglé par une aube rotative. Son domaine d'utilisation se situe entre celui des turbines Kaplan et Pelton, pour des chutes faibles à moyennes, où elle remplace la turbine Francis

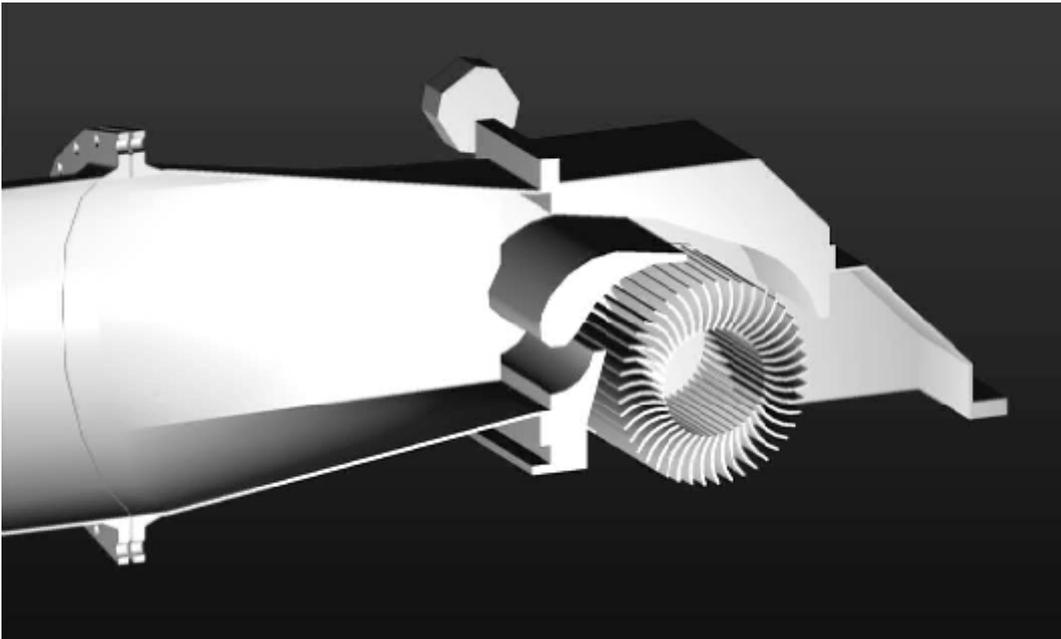


Figure 3: Coupe d'une turbine Banki

1.2.b. Les générateurs :

Le choix du générateur et du système de régulation dépend en premier lieu du mode de fonctionnement de la microcentrale: il peut être en parallèle avec le réseau de distribution électrique ou en régime isolé. **En parallèle**, l'installation injecte du courant électrique dans le réseau de distribution local, alors qu'en **mode isolé**, la microcentrale n'alimente qu'un seul utilisateur (ex: hôtel ou cabane de montagne). Une combinaison des deux formules est possible, bien que plus complexe et plus onéreuse

➤ **Fonctionnement en parallèle**

Les microcentrales de puissance inférieure à 300kW et ne fonctionnant qu'en parallèle sont essentiellement équipées de **générateurs asynchrones**. La tension et la fréquence sont dictées par le réseau de distribution et sont constantes.

➤ **Fonctionnement en régime isolé**

En mode isolé, ou îlot, le groupe turbine-générateur doit avoir la capacité de maintenir par lui-même une tension et une fréquence constantes. La puissance produite par le générateur doit être identique à celle consommée par les utilisateurs. Si tel n'est pas le cas, fréquence et tension se modifient, ce qui peut provoquer des dommages aussi bien aux appareils consommateurs (moteurs, lampes, électronique), qu'aux installations de production.



Les microcentrales en régime isolé sont dans leur grande majorité équipées de **générateurs synchrones**, machines qui peuvent alimenter tout type d'appareils consommateurs. La tension est maintenue constante par un régulateur électronique intégré au générateur. La fréquence est fixée par la vitesse de la turbine, dont le réglage est également assuré par voie électronique ou électromécanique.

La microcentrale d'Ankazomiriotra est en régime isolé, équipée de deux générateurs synchrones de 60kW chacun. Ces deux générateurs sont synchronisés avant tout lancement du ligne ou réseau.

I.3. Equipements électriques.

Le réseau électrique de distribution comporte des fils qui permettent le transport du courant vers les utilisateurs. Ce réseau est soit de basse tension, c'est-à-dire à la tension ou voltage de fonctionnement des appareils des usagers, soit de haute tension. Celle-ci est nécessaire lorsque la distance de transport dépasse les 500 mètres. En effet pour transporter 20 kW à une tension ou voltage de 220V, il faut 90 ampères soit un câble électrique d'au moins 10mm² de section.

Armoire électrique de commande et de distribution. Pour la sécurité des installations et aussi des personnes, il convient de distribuer le courant sur le réseau à l'aide d'un tableau où des appareils (fusibles, sectionneurs) permettant de contrôler la distribution. A l'autre extrémité du réseau seront installés des équipements semblables pour contrôler la distribution chez un client.

Les transformateurs auxiliaires qui jouent le rôle d'abaisseur ou d'élévateur de tension. Assurant le transfert d'une énergie suffisant, destinée aux utilisateurs.



Chapitre II : CARACTERISTIQUES ET GENERALITE DE LA TURBINE BANKI

Historique.

La turbine Banki fût inventée par l'ingénieur Australien Mitchell en 1903. A cette époque, elle portait le nom de «radial flow turbine ». Ensuite elle fût développée par le professeur hongrois Donat Banki, qui eut l'idée de la populariser en 1917et 1919. Mais plusieurs modifications se sont effectuées dans les ateliers de fabrication de cette turbine jusqu'à maintenant. La turbine Banki porte encore d'autres noms comme : Turbine Ossberger, roue à double impulsion, roue à flux radial.

II.1.Caractéristiques.

II.1.a. Circuit fluidique de la Banki :

Après avoir circulé dans le canal d'amené et la conduite forcée, l'eau va frapper maintenant les augets de la turbine Banki et la faire tourner. Ainsi, la force de l'énergie cinétique de l'eau fera tourner la turbine, qui va engendrer de l'énergie mécanique. Et ce dernier fera l'objet d'une source d'électricité, une fois que le rotor du générateur tourne.

Comme nous avons cité au-dessus, la turbine Banki est une turbine à flux traversant. C'est à dire, la périphérie de la roue, de telle sorte que les aubes en arc de cercle de la turbine sont attaquées d'une façon tangentielle par une lame d'eau rectangulaire. A la sortie du premier passage dans la roue, l'eau présente encore une certaine énergie cinétique, traverse ensuite en évitant l'arbre de l'espace intérieur et attaque les autres aubages de telle sorte que la vitesse relative est toujours tangente aux aubages du second passage. A nouveau, une partie de l'énergie cinétique est conservée, l'eau quitte la roue et se déverse dans le canal de fuite.

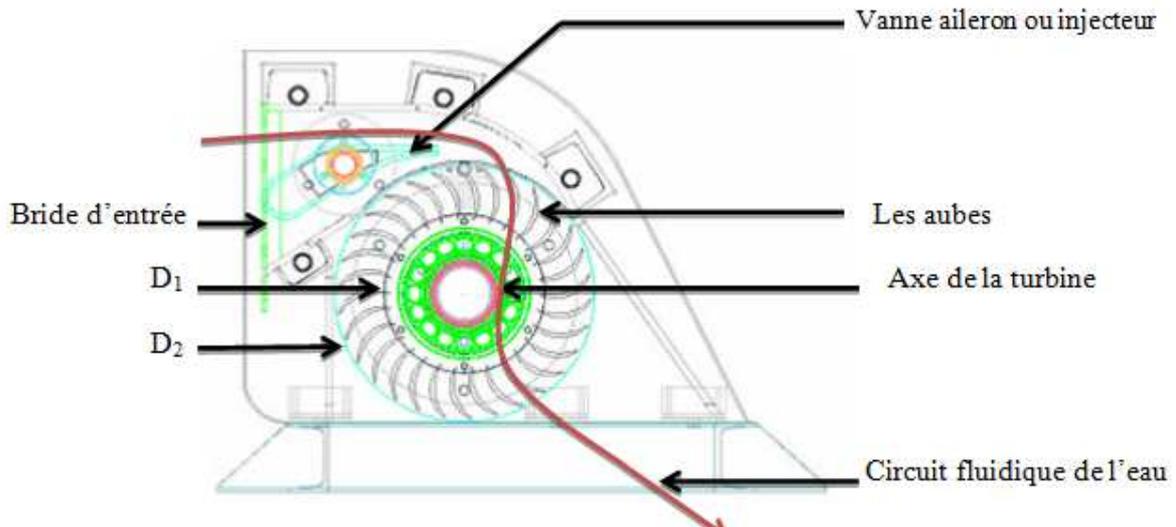


Figure 4 : Turbine Banki (Vue de profil)

D_1 : Diamètre intérieur de la roue.

D_2 : Diamètre extérieur de la roue.

Le diamètre D_2 de la roue intérieure est choisi proche que possible de la roue D_1 pour limiter les pertes de charge et de donner au fluide suffisamment de place pour qu'il puisse convenablement attaquer les aubes du second passage.

L'orientation de l'admission peut-être, soit horizontale, oblique ou verticale ; mais la plupart des constructeurs a tendance à placer l'admission horizontalement. Car il est plus simple de démonter une turbine à admission horizontale. Une entrée inclinée coince la turbine entre le plan de fixation du bâti et celui de la bride de la conduite forcée ; il en résulte des contraintes importantes sur la machine au moindre mouvement de la conduite.

II.1.b. Quelques formules de base à mieux connaître pour le dimensionnement de la turbine :

❖ **Puissance de la turbine :**

C'est la puissance de la turbine, proportionnelle aux eaux turbinées, à la hauteur de la chute et le débit d'eau.

$$P = Q \times g \times H_n \times \eta \quad (1)$$

Q = débit nominal en $[m^3/S]$

g = accélération de la pesanteur $9,81[m/s^2]$

H_n = hauteur du chute nette en $[m]$

η = rendement global

**❖ Vitesse spécifique [n_s] :**

Le calcul de cette vitesse est nécessaire pour le choix de la turbine à utiliser. C'est la vitesse d'une machine semblable à la turbine, mais étudiée avec une chute de [1m] et une puissance de [1Kw].

$$\mathbf{n_s = \frac{n\sqrt{P}}{H_n^{\frac{5}{4}}}} \quad (2)$$

n_s = vitesse spécifique en fonction de la puissance en [tr/min]

n = vitesse de rotation de la turbine

P = puissance recueillie à l'arbre en [ch]

H_n = hauteur de chute nette en [m]

❖ Vitesse spécifique [n_q] :

C'est la vitesse de rotation d'une turbine travaillant sous une chute de [1m] avec un débit de [1m³/S].

$$\mathbf{n_q = \frac{n\sqrt{Q}}{H_n^{\frac{4}{3}}}} \quad (3)$$

n_q = la vitesse spécifique en fonction du débit en [tr/min]

n = vitesse de rotation de la turbine en [tr/min]

Q = débit nominal en [m³/S]

H_n = hauteur de la chute nette en [m]

❖ Chiffre de rotation « v » :

Ce chiffre permet de classer les turbines selon leurs classements par excellence.

$$\mathbf{v = n \frac{\pi \sqrt{\frac{Q}{\pi}}}{30(2gH_n)^{\frac{3}{4}}}} \quad (4)$$

V = chiffre de rotation

g = accélération de pesanteur 9,81 [m/S²]



II.1.c. Divers utilisations d'une turbine :

Comme toutes les turbines hydrauliques, la turbine Banki reste une alternative préférable à l'énergie thermique. Elle offre une souplesse d'utilisation car les deux bouts d'arbres sont toujours disponibles.

De plus, elle peut entraîner un alternateur et produire alors de l'énergie électrique pour un usage domestique ou pour l'alimentation de machines de transformation de produits agricoles.

D'autre part, il est loisible à l'utilisateur d'entraîner des machines de transformation agricole en prise directe. Une transmission par courroie permettra d'atteindre la vitesse optimale de la machine réceptrice.

II.2. Aubes et distributeur.

II.2.a. Les aubes :

Les aubages de la turbine Banki sont bien profilés en vue d'optimiser son rendement. Elles ne sont pas très difficiles à réaliser comme les aubes de la turbine Francis, mais nécessitent quand même une certaine précision. De plus, il faut savoir que les aubes sont soumises à des efforts assez grands et qu'une mal fixation peut entraîner à l'éclatement de la roue. Pour le calcul du rayon des aubes, on adopte la formule suivante :

$$\widehat{NOP} : R_o^2 = R_2^2 + R^2 - 2R_2R \cos \beta_2$$

$$\widehat{NOP} : R_o^2 = R_1^2 + R^2 - 2R_1R \cos \beta_1$$

$$\begin{aligned} 0 &= R_2^2 - R_1^2 - 2R_2R \cos \beta_2 + 2R_1R \cos \beta_1 \\ &= R_2^2 - R_1^2 - 2R(R_2 \cos \beta_2 - R_1 \cos \beta_1) \end{aligned}$$

D'où

$$R = \frac{R_2^2 - R_1^2}{2(R_2 \cos \beta_2 - R_1 \cos \beta_1)}$$

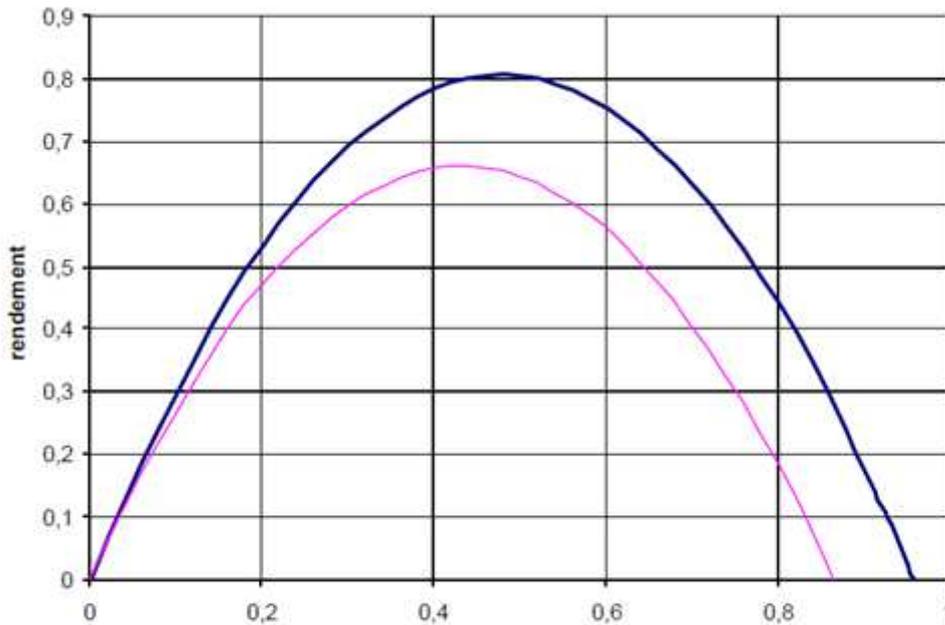


Figure 6 : Représentation graphique de la turbine en fonction de W_1/C_1

W_1 : Vitesse périphérique de la roue à l'auget en [m/s]

C_1 : Vitesse du jet d'eau en [m /s]

II.2.b. Le distributeur ou injecteur :

Le distributeur que la turbine Banki utilise est une vanne appelée « vanne à aileron ». Elle a été conçue à ne pas perturber l'écoulement dans une position intermédiaire. Elle divise le flux en deux pour former le jet supérieur et le jet inférieur. D'après diverses études, le parcours du jet inférieur est moins efficace pour la turbine, car il finit par rencontrer l'axe. C'est pourquoi, on positionne la vanne de manière à ce que le flux inférieur soit moins important que le flux supérieur.

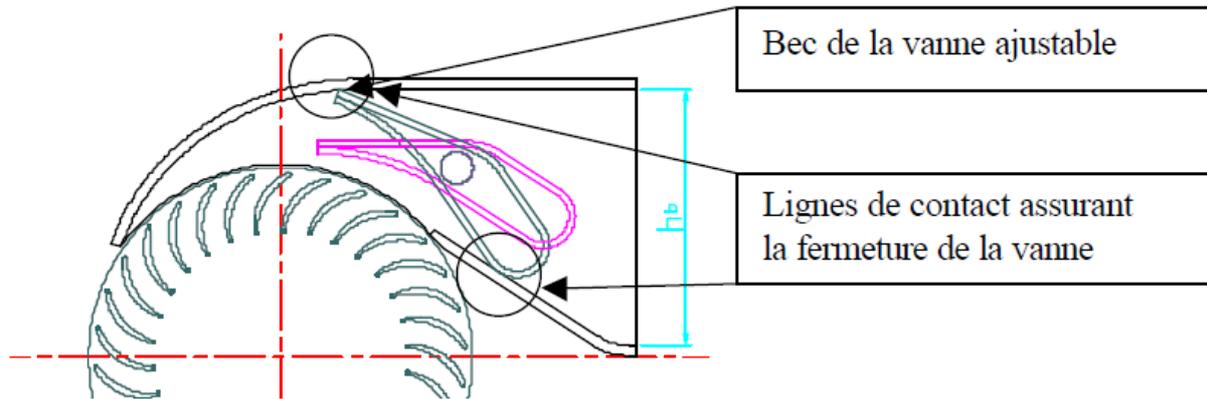


Figure 7 : Position ouverte et fermée du distributeur



Chapitre III : NCESSITE DE L'AUTOMATISATION D'UNE VANNE EN AMONT D'UNE MICROCENTRALE HYDRAULIQUE.

III.1. Problématique.

Pendant la période des pluies, là où les débris des végétaux et les sédiments sont emportés par l'eau du fleuve ; certain débris ne sont pas arrêtés par la grille de la vanne de chasse du barrage et engendre une diminution du niveau d'eau à turbiner. C'est-à-dire, les débris emportés par l'eau du canal bouchent la dégrilleur de la chambre de mise en charge et il en résulte une grande différence de niveau d'eau entre le déssableur et la chambre de mise en charge. Cette différence de niveau est détectée par le capteur ou sonde de niveau (l'un dans le déssableur et l'autre dans la chambre de mise en charge) et provoque l'apparition d'une alarme « manque d'eau » au niveau de l'armoire de commande et aussi dans l'interface DTC Vario (logiciel de contrôle des équipements de la microcentrale). En conséquence de cette alarme, la centrale cesse de fonctionner et la commune rurale d'Ankazomiriotra subisse une coupure d'électricité.

Ainsi, l'automatisation de la vanne en amont permettra d'apporter un certain volume d'eau, qui va combler les manques dans la chambre de mise en charge et permettra de remédier contre le dysfonctionnement de la centrale.

III.2. But de l'automatisation.

III.2.a. Du côté de l'entreprise :

L'automatisation de la vanne a plusieurs buts. Tout d'abord, l'arrêt de la turbine est évité. La centrale pourrait fonctionner toute la journée et le nombre de coupure d'électricité dans la commune est réduit. Une fois que la vanne est automatisée, l'alarme « manque d'eau » est susceptible de plus apparaître. Cet alarme s'affiche lorsque les deux flotteurs de la chambre de mis en charge détecte un niveau critique d'eau. Ce qui entraîne l'arrêt automatique de la turbine.

Ensuite, le déversoir de sécurité est protégé contre l'érosion causée par l'accumulation d'eau dans le dessableur. C'est-à-dire, lors de l'arrêt intensionnel de la turbine, l'eau à turbiner est accumulée dans le dessableur et se déverse dans le déversoir de sécurité. Plus l'eau s'accumule, plus la vitesse des eaux qui se déversent dans le canal de déversoir de sécurité



augmente et érode petit à petit le canal. La répétition de ce phénomène pourrait causer des dégâts sur le site car il se peut que l'eau puisse éroder toute la géographie du site.

De plus, la société pourrait augmenter le nombre de kilowatt à vendre. Qui aura un impact économique positif au-sein de la boîte.

Enfin, l'automatisation de la vanne permet au respect de la durée de vie de la batterie de condensateur et les instruments qui assurent le démarrage et redémarrage des turbines de la microcentrale. C'est-à-dire, une fois que le nombre d'arrêt de la turbine est réduit, le nombre de redémarrage diminue avec celle-ci.

III.2.b. Du côté des clients :

La satisfaction des clients est un des objectifs de la société. C'est pour atteindre ce but qu'on a opté à automatiser la vanne. Une fois que la coupure d'électricité est résolue, la population pourrait jouir de l'électricité toute l'année et se fidélise dans la société. En plus de cela, l'apport de l'automatisation va apporter une augmentation de la productivité de la population, surtout les petites entreprises qui utilisent des machines agricoles fonctionnant par l'énergie électrique comme : les petites industries de transformation (broyeur, décortiqueur, les fournisseurs de glace etc...).

Cela permettra aussi d'améliorer le pouvoir d'achat de la population rurale par l'augmentation de la valeur ajoutée de la production dans la commune.



CONCLUSION

En guise de conclusion, l'automatisation de la vanne en amont s'avère très nécessaire que ce soit pour la société Power & Water et d'autant plus pour la population, par l'apport des changements positifs du côté économique, sécurité sociale de la population. Il participe au développement et favorise à l'amélioration de la vie quotidienne des gens de la commune. Or, pour la réalisation de l'automatisme, il nous faut quelques composants que nous allons décrire et voir dans la seconde partie qui va suivre.



Partie II : LES ELEMENTS DE L'AUTOMATISME



Chapitre I : LE CAPTEUR

I.1. Généralités sur les capteurs.

Lorsque l'on souhaite traduire une grandeur physique en une autre grandeur, on fait appel à ce que l'on nomme capteur. En générale un capteur est utilisé pour faire une mesure. Il est la base de toute mesure que nous voulons faire. Pour un capteur, **la mesurande** est la grandeur physique non électrique qu'on veut mesurer (niveau, température, pression, déplacement, etc...) et il est l'excitation ou la grandeur d'entrée du capteur. Et la grandeur de sortie dépend du type de capteur que l'on utilise.

On classe les capteurs en deux grandes familles en fonction de la caractéristique électrique de la grandeur de sortie. Cette classification influe sur le conditionneur qui lui est associé. Ce sont : la famille des **capteurs passifs** et celui **des capteurs actifs**.

- **Le capteur passif** se comporte en sortie comme un dipôle passif qui peut être résistif, capacitif ou inductif. C'est-à-dire, la grandeur de sortie est d'ordre de la résistivité et perméabilité.

- **Le capteur actif** est un capteur dont la sortie est équivalente à un générateur. C'est dipôle actif qui peut être de type courant, tension ou charge.

Chaque capteur se caractérise par **sa sensibilité, sa finesse et sa rapidité**.

La sensibilité du capteur détermine l'évolution de la grandeur de sortie en fonction de la grandeur d'entrée. Cette sensibilité peut être fonction des conditionneurs à auquel le capteur est associé.

La finesse est la qualité d'un capteur à ne pas modifier par lui-même la valeur à mesurer. C'est-à-dire, malgré les conditions de travail et l'environnement dans lequel il se trouve, le capteur délivre un signal de sortie proportionnelle à la valeur du mesurande. Mais la finesse et la sensibilité peuvent être antagonistes. C'est-à-dire, la valeur du signal de sortie est faussée par les perturbations. Mais cela peut être corrigée à l'aide d'une installation de poste-mesure.

La rapidité est la qualité du capteur à suivre les variations de la mesurande. C'est-à-dire, le temps de réponse minimal à un échelon de mesurande.

Quelques larges gammes de capteur de niveau sont offertes sur le marché. Dont on peut citer :



- **Le capteur utilisant la technologie de la TDR (Time Domain Reflectometry).** C'est un procédé permettant de déterminer le temps de parcours d'ondes électromagnétiques. L'électronique du capteur génère une impulsion électromagnétique de faible niveau énergétique, la couple dans la sonde coaxiale et l'envoie le long de cette sonde à l'intérieur du récipient. Lorsque cette impulsion rencontre la surface du liquide à mesurer, une partie est réfléchiée et repart dans la sonde jusqu'à l'électronique qui calcule le niveau de remplissage en fonction de la différence de temps entre l'impulsion émise et l'impulsion reçue. Le capteur peut envoyer le résultat sous forme de mesure continue (sortie analogique) et/ou activer des points de commutation définis librement (sortie TOR).

- **Le capteur à lames vibrantes.** C'est un capteur qui travaille en utilisant la fréquence de résonance. C'est-à-dire, lorsque les lames vibrantes sont recouvertes par le liquide à mesurer, la fréquence de résonance change. La modification est détectée par le module électronique intégré et converti en signal de commutation. Les lames vibrantes sont en acier inoxydable et sont activées par un système piézoélectrique.

- **Le capteur à ultrasons.** Le capteur à ultrasons émet cycliquement une brève impulsion sonore haute fréquence. Celle-ci se propage à la vitesse du son. Si elle atteint la surface du produit à mesurer, elle est réfléchiée et revient sous forme d'écho au capteur à ultrasons. Le temps écoulé entre l'émission de l'impulsion sonore et la réception de son écho permet au capteur de calculer la distance. Celle-ci est envoyée sous forme de signal analogique de niveau de remplissage ou de signal de commutation.

Dans notre cas, on a choisi d'utiliser un capteur de niveau à fibre optique que nous allons voir ci-dessous

I.2. Le capteur à fibre optique.

Pour mieux comprendre le fonctionnement d'un capteur à fibre optique, nous allons expliquer ce que c'est **la réflexion totale interne**, car c'est à partir de ce principe majeur que la technologie des fibres optiques a été inspirée. Ceci découle de la loi de la réfraction voulant qu'une onde traversant une frontière entre deux milieux de densité différente soit déviée. Pourtant, si jamais l'onde tente de passer d'un milieu de densité relativement haute à un milieu moins dense, il existe un angle minimum entre la direction de l'onde et la normale de la frontière pour lequel l'onde ne sera pas déviée, mais réfléchiée. Il est donc possible pour une onde lumineuse de se propager indéfiniment dans un cylindre de verre.

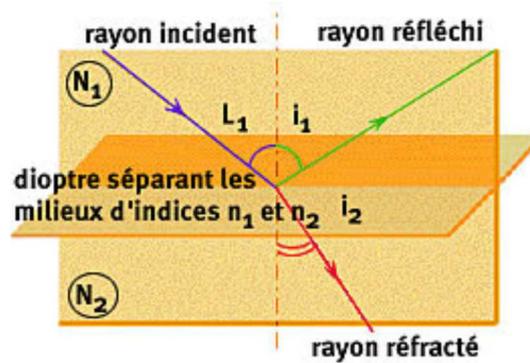


Figure 8 : La réflexion totale

II.1.a. La fibre optique :

La fibre optique est ce que l'on appelle un guide d'onde optique circulaire. C'est donc un cylindre de verre possédant des caractéristiques guidant et ayant la faculté de guider la lumière en son cœur. Le cœur de la fibre est composé de silice, ou plus exactement d'oxyde de silicium (SiO_2). Cette molécule, qui est présentée dans de nombreux minéraux comme le quartz, la calcédoine ou l'opale a la particularité de réfléchir de façon optimale les longueurs d'ondes de 850, 1300 et 1500 nanomètres. Ce cœur parfait est entouré d'une couche de silice de moindre qualité, formant la gaine optique. Les propriétés guidantes d'un cylindre de silice reposent sur le principe physique de la réflexion totale interne. Ceci découle de la loi de la réfraction voulant qu'une onde traversant une frontière entre deux milieux de densité différente soit déviée. De plus, le cœur et la gaine de la fibre optique ont des indices de réfractifs différents. Et pour qu'il y ait propagation de la lumière, l'indice de réfraction du cœur de la fibre doit être plus grand que celui de la gaine de sorte que l'on retrouve un effet miroir à l'intérieur de la gaine. La lumière est donc confinée à l'intérieur du cœur. Pour avoir une propagation de la lumière sans perte dans la fibre optique, tous les rayons lumineux heurtant l'interface entre le cœur et la gaine devront respecter la condition de réflexion totale interne. La dimension d'une fibre optique se compare à la grosseur d'un cheveu humain et le cœur quant à lui peut avoir la grosseur de $4 \mu\text{m}$. La couche extérieure de la fibre protège la partie guidante des facteurs environnementaux et physiques. Sa dimension se situe donc entre 250 et $900 \mu\text{m}$

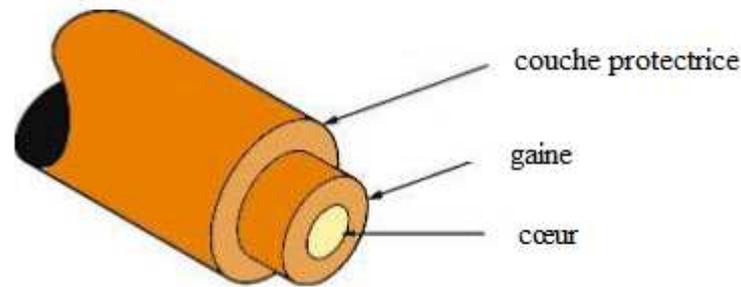


Figure 9 : La fibre optique

II.1.b. Le capteur à fibre optique :

Les capteurs à fibres optiques sont constitués de deux éléments principaux : **le transducteur à fibres optiques** (appelé aussi capteur à fibres optiques, jauge à fibres optiques ou sonde à fibres optiques) et **le conditionneur de signal** que l'on appelle poste de lecture. Ces deux matériaux sont nécessaires pour faire une mesure. Ces capteurs se distinguent selon les matériaux de transmission (verre ou plastique). Les fibres optiques en verre sont composées de verre minéral de qualité supérieure et il permet d'obtenir un faisceau lumineux beaucoup plus puissant qu'avec les fibres plastiques.

Dans la plupart de cas, les fibres optiques de l'émetteur et du récepteur se trouvent dans des gaines séparées, raccordées par le biais d'un adaptateur au capteur optique et débouchent sur un embout de sortie de lumière. Ce sont les fibres optiques de l'émetteur qui émettent les faisceaux lumineux dans le but de faire la mesure et les autres fibres servent de récepteur des lumières réfléchies. Et ce dernier va transmettre au consol du conditionneur de signal la valeur de la mesurande et en son tour va être convertie en un signal de sortie analogique ou numérique. Dans notre cas, la sortie de signal est un signal analogique (courant ou tension).



Figure 10 : Têtes d'un capteur à fibre optique

1.2.c. Transducteur à fibre optique :

Dans le cas des capteurs dits extrinsèques, le transducteur à fibres optiques est fait d'un corps d'épreuve contenant un dispositif optique sensible à la grandeur physique à mesurer, c'est-à-dire, la mesurande. La partie sensible du transducteur est habituellement située à l'extrémité de la fibre optique qui se connecte au conditionneur de signal. Cette partie est utilisée pour injecter la lumière de la fibre optique du transducteur, détecter et traiter le signal lumineux retourné par le transducteur, et convertir le résultat de traitement en une unité physique reliée au mesurande concerné.

Le principe de détection repose sur la différence entre l'indice de réfraction de l'air et celui de l'eau. L'indice de réfraction entre la pointe des fibres optiques et l'air est très élevé. Le faisceau lumineux est intégralement réfléchi et retourne au récepteur. En revanche, l'indice de réfraction entre la pointe des fibres optiques et un liquide est nettement plus faible. La majeure partie du faisceau lumineux est absorbée par le liquide et seule une quantité réduite de lumière retourne au récepteur. C'est de cette manière que le niveau de liquide (opaque ou clair) est détecté. La canule de cette sonde ne comporte ni élément électrique, ni composant



métallique. Elle est parfaitement étanche à l'immersion et les composants synthétiques, qui la composent, sont étudiés pour résister dans la plupart des environnements difficiles.

Concernant l'alimentation, la sonde à fibre optique n'a pas besoin d'être alimentée en courant ou en tension. C'est l'amplificateur de signal ou le conditionneur de signal qui injecte de la lumière à travers les fibres optiques (émetteurs). Le capteur à fibre optique est donc alimenté par la lumière injectée par le conditionneur de signal pour pouvoir détecter le niveau d'eau. Elle peut travailler à une température allant de -40° jusqu'à $+105^{\circ}$ (pour le model LL3-DF02).

1.2.d. Choix de gaine :

Le choix de gaine dépend des conditions environnementales à l'endroit où on effectue la mesure. Dans des conditions normales, c'est-à-dire sans mouvement ni charge mécanique, sans projections de liquides, l'utilisation d'une gaine métallique est recommandée. Dans les conditions plus dures, c'est-à-dire avec mouvement et charge mécanique permanente, avec projection d'eau, d'huile ou d'agents refroidissants, ainsi que des températures allant jusqu'à 120° ou 160° pour une courte durée, il est conseillé d'utiliser une gaine métallique en acier avec un revêtement silicone(Si). Ces gaines en Silicone protègent les fibres contre la traction et la compression. Un revêtement en Silicone protège la gaine et les fibres optiques contre les gaz et les liquides. Dans les conditions difficiles, on recommande de protéger la surface de sortie du faisceau de lumière par une douille taraudée avec hublot de verre.

1.2.e. Le conditionneur de signal :

Le conditionneur de signal est un dispositif qui assure la lecture de signal reçu par le récepteur et qui l'amplifie à fin d'obtenir un signal analogique à la sortie. On l'appelle aussi amplificateur de signal. Il se distingue par des réglages très simples et peut présenter des nombreuses fonctions supplémentaires comme l'ajustement précis du point de commutation, l'adaptation de la précision et de la vitesse de travail, la programmation des fenêtres, des fonctions temps et un verrouillage de réglages. La sortie analogique, présente un grand avantage pour les applications complexes comme le raccordement avec un distributeur ou tout autre dispositif. Une des caractéristiques spécifiques à ce dispositif est le réglage simple par « Teach-in ». L'apprentissage Teach-in se fait par pression sur les touches ou par apprentissage externe déporté. Ce dernier permet d'ailleurs de verrouiller les touches, C'est-à-dire, on fait détecter par la sonde le niveau maximal de niveau d'eau, puis on presse sur le bouton Teach-in pour que le conditionneur de signal enregistre cette valeur. Et pareillement

pour l'enregistrement du niveau bas. Pour ce type de conditionneur, il peut être muni d'une fonction LOC, ADJ ou Ajustement et SPI ou Switching Point I. La fonction LOC est une fonction de verrouillage qui assure une protection fiable contre des mauvaises manipulations. Tandis que la fonction ADJ est une fonction équivalente à la fonction Teach-in, qui met le conditionneur en mode apprentissage. Et enfin, le Mode SPI ou Switching Point I est le fait d'enseigner le conditionneur le point de commutation.

Dans un autre cas, il est possible de rencontrer des conditionneurs de signal dont le transducteur est incorporé avec le conditionneur de signal.



Figure 11 : Conditionneur de signal CZ-K1

I.3. Les avantages de l'utilisation d'un capteur à fibre optique.

L'utilisation d'un capteur à fibre optique présente beaucoup d'avantage par rapport aux capteurs qu'on trouve sur le marché. Car :

- Il assure l'exactitude de toutes les mesures qu'il effectue grâce à la technologie de la réfraction lumineuse.
- Son intégration est peu coûteuse et facile à manier.
- Il est insensible aux perturbations apportées par l'environnement qui l'entoure.
- La surveillance du niveau d'eau est permanente.
- Le montage est simple et très économique.
- Le capteur n'a pas besoin de maintenance, sauf le nettoyage.



Chapitre II : LE DISTRIBUTEUR A COMMANDE PROPORTIONNELLE

II.1. Généralités sur la commande proportionnelle.

II.1.a. Définition :

Pour une simple définition, le distributeur à commande proportionnelle est un composant qui serve à commander le sens d'écoulement et le débit du fluide pour assurer l'ouverture et la fermeture d'un à plusieurs écoulements. Il pourrait posséder de quatre à plusieurs orifices et trois à plusieurs positions. De plus, il associe la puissance de l'hydraulique, la précision et la souplesse de l'électronique. Et son rôle principal est d'assurer la montée et la descente d'une charge.

II.1.b. Caractéristiques et description du distributeur à commande proportionnelle :

En général, le distributeur à commande proportionnelle est alimenté par un courant très faible (allant de 300mA à 1300 mA). C'est un distributeur à étranglement commandé par un dispositif électrique ou électronique (carte électronique, électroaimant à action proportionnelle) dont ce dernier permet au tiroir du distributeur de se mettre à des positions intermédiaires qui sont proportionnelles à la commande donnée (courant). La commande est assurée par deux électroaimants, une carte électronique de traitement de signal qui peut être intégrée ou non dans le corps du solénoïde et deux bobines amovibles. En principe, l'électroaimant est alimenté par un amplificateur se trouvant à l'extérieur du distributeur. Il est préférable de monter le distributeur en position horizontale pour faciliter son mode de fonctionnement. On peut résumer comme suit son fonctionnement.

II.1.c. Symbole d'un distributeur à commande proportionnelle :

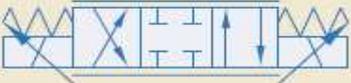
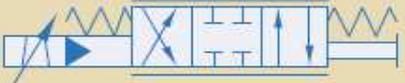
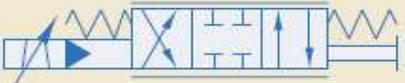
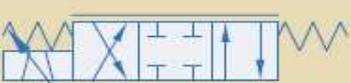
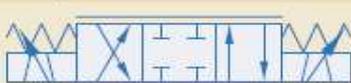
Code	Distributeur		Electronique
	Symbole	Avec ou sans rétroaction électrique	
A		Avec	Intégrée
B		Avec	Intégrée
C		Avec	Intégrée
D		Sans	Séparée
E		Avec	Intégrée

Tableau 1 : Symbole de quelques types de distributeur à commande proportionnel

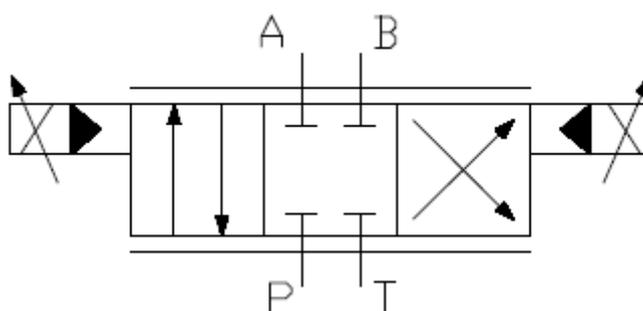


Figure 12 : symbole général

P : Orifice des fluides venant de la pompe

T : Orifice pour le retour du fluide dans le réservoir

A, B : Orifice pour l'alimentation du vérin et le retour du fluide

Type de position	Symboles
Centre fermé- Départ fermé	
Centre ouvert- Départ fermé	
Centre P fermé – Y à droite	
Centre Y à gauche – T fermé	
Centre en H	

Tableau 2 : Les principaux types de position médiane rencontrés sur des distributeurs à commande proportionnelle.

II.2. Les composantes du distributeur.

Le distributeur se compose de plusieurs composants électroniques (capteurs, carte électronique, solénoïde, etc...) et hydrauliques (tiroir de distributeur, orifices, etc...).

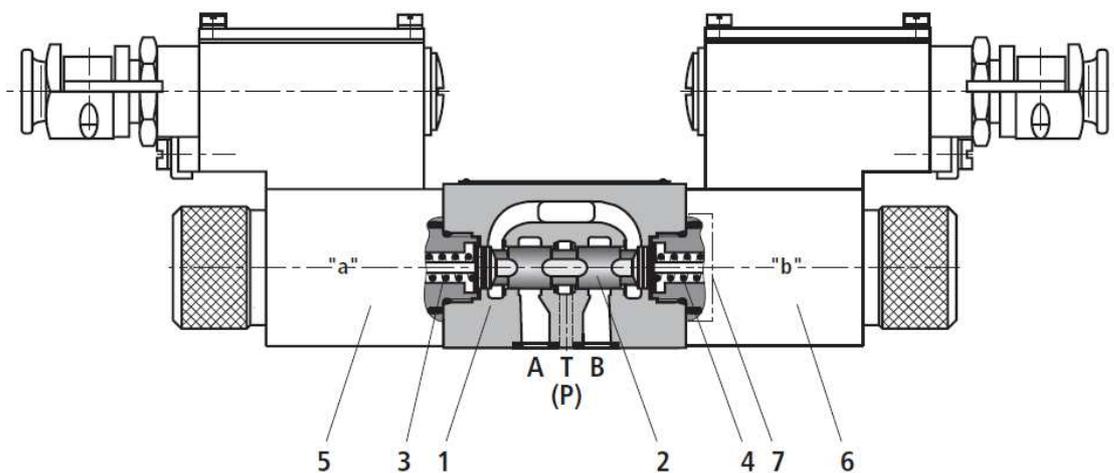


Figure 13 : coupe d'un distributeur à commande proportionnel



- 1- Corps avec surface de raccordement
 - 2- Tiroir de distribution
 - 3-4 Ressort de pression
 - 5-6 Electroaimants
 - 7-Bouchon d'obturation
- A, B, P, T Les orifices d'entrée et sortie de fluide

II.2.a. Fonctionnement :

Le capteur délivre une tension proportionnelle à la différence de niveau d'eau qu'il a mesuré. Une carte électronique de traitement, propre à chaque distributeur, transforme ensuite cette tension en un courant électrique. Les électroaimants à action proportionnelles (5-6) opèrent la transformation de ce courant en un déplacement directement appliqué au tiroir de distribution (2) une fois qu'ils sont excités. Ce dernier délivre ainsi un débit ou une pression, proportionnelle à la différence de niveau capté par le capteur. Lorsque les électroaimants ne sont pas excités, le tiroir de distribution (2) est ramené à sa position médiane par le ressort de pression (3ou4).

Le recouvrement du distributeur doit être positif, pour garantir une position d'arrêt stable. En effet, un recouvrement positif permet d'isoler tous les orifices du distributeur entre eux et de minimiser les fuites hydrauliques axiales entre le tiroir et le corps du distributeur. En option, certains distributeurs peuvent être équipés d'un capteur qui recopie la position réelle du tiroir pour la retransmettre à la carte électronique. On parle alors d'un distributeur à rétroaction électronique. La tension délivrée par ce capteur est comparée à la valeur de consigne, ce qui constitue une boucle de régulation de position destinée à diminuer l'hystérésis et le défaut de reproductibilité du distributeur proportionnel.

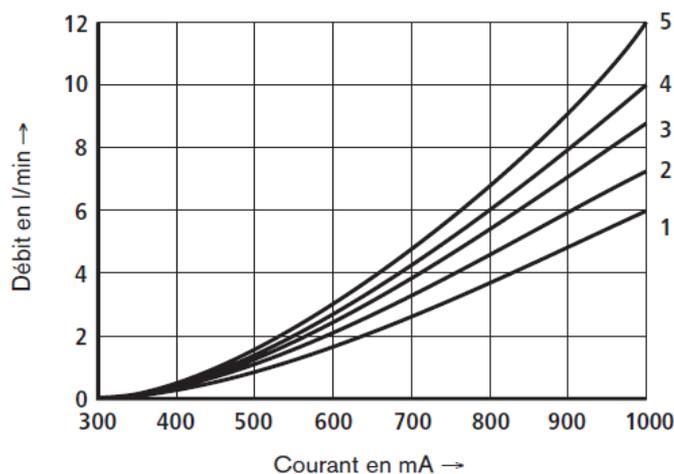


Figure 14 : Courbe caractéristique du débit en fonction du courant

Avec :

- 1- $\Delta P = 10$ bars constante
- 2- $\Delta P = 20$ bars constante
- 3- $\Delta P = 30$ bars constante
- 4- $\Delta P = 50$ bars constante
- 5- $\Delta P = 100$ bars constante

Avec ΔP = La différence de pression à la valve = Pression d'entrée – Pression de charge – Pression de retour.

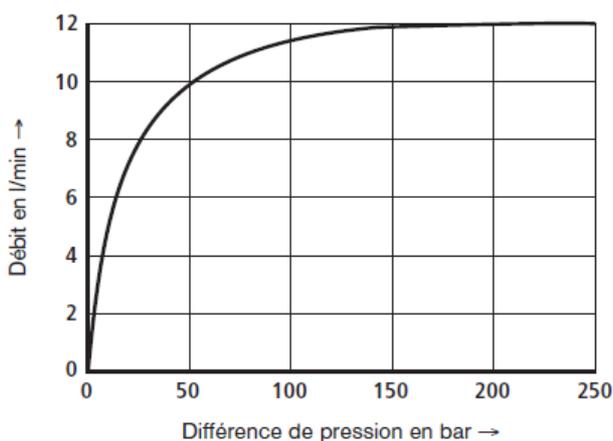
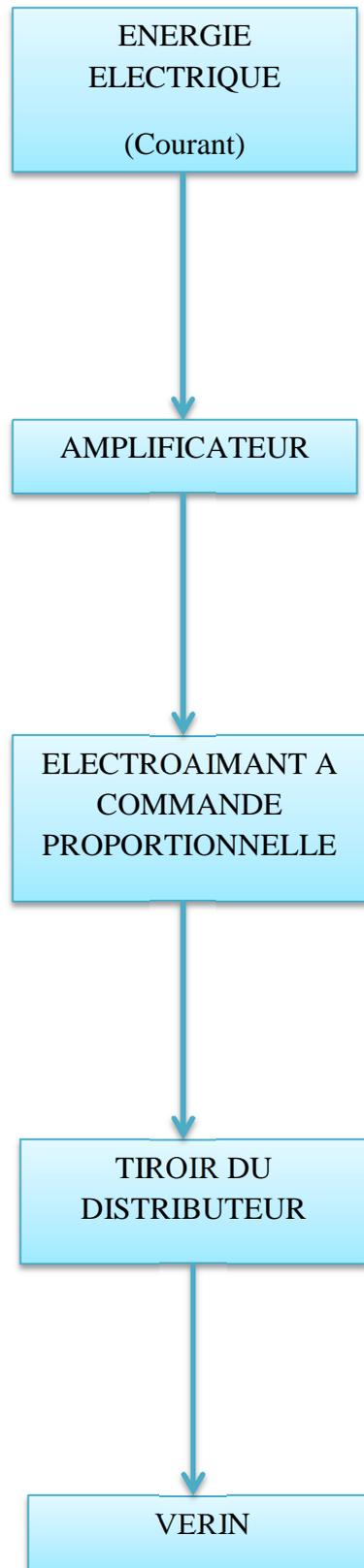


Figure 15 : Diagramme du débit en fonction de la pression



II.2.b. Automatisation du distributeur :



II.3. Mode de branchement.

L'électroaimant de commande homologué du distributeur est équipé d'une boîte de connexions et d'un raccordement de câble à vis homologué. Le branchement s'effectue indépendamment de la polarité et chaque électroaimant du distributeur doit être protégé par le court-circuit par un fusible correspondant à son courant nominal raccordé en amont. Avec une puissance de coupure supérieure au courant de court-circuitage à la source d'alimentation.

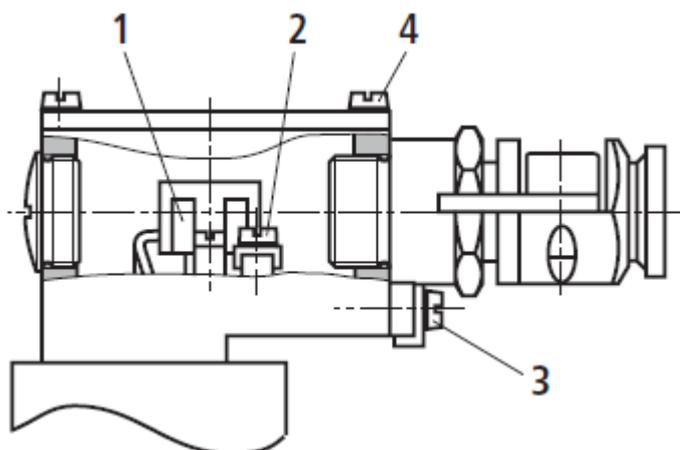


Figure 16 : Branchement de l'électroaimant

- 1 : Raccordement de la tension de service
- 2 : Raccordement du conducteur de protection
- 3 : Raccordement du conducteur d'équipotentialité
- 4 : Vis de couvercle



Chapitre III : LA VANNE

Pour optimiser le fonctionnement d'ouverture et fermeture d'une vanne, on a opté à l'utilisation de la vanne guillotine unidirectionnelle, qui présente une grande rapidité d'ouverture et fermeture de la pelle. Les mouvements de la descente et la montée sont assurés par un vérin hydraulique à double effet. L'extrémité de la tige du vérin est filetée à fin de recevoir une fourche, qui est raccordée à une tige de rallonge fixée à la pelle afin que ce dernier puisse monter et descendre.

III.1. Les mécanismes de la vanne.

III.1.a. Le corps de la vanne :

Le corps de la vanne est composé de deux demi-corps en fonte avec des renforts. L'intérieur de ces deux parties est usiné et elles s'unissent à l'aide de vis, avec un joint en papier au milieu, de façon à créer un bloc solide. Le corps de la vanne étant en fonte à graphite lamellaire comme matériaux de fabrication et dont sa résistance minimale à la rupture est d'ordre de 250 Méga Pascal (EN-GJL-250). On a choisi la fonte comme matériaux de fabrication car il présente une bonne résistance à l'usure par frottement et un bon amortissement de vibration. Pour une grande section ou de diamètre, le corps de la vanne est mécaniquement soudé pour mieux résister aux pressions de l'eau. Il est muni des insufflations pour pouvoir effectuer des tâches de nettoyage sans faire recours au démontage de tous les constituants de la vanne. De plus, toutes les parties du corps sont peintes afin d'éviter la corrosion (ex : peinture avec une protection anticorrosive d'Epoxy ou d'autres).

III.1.b. Pelle :

La pelle présente une épaisseur mince, étant donné les dures conditions de travail auxquelles sont soumises les vannes. Les matériaux de fabrication standard de la pelle sont des aciers inoxydables. Elle est polie des deux côtés pour offrir une surface de contact douce avec le joint d'étanchéité présent dans le corps de la vanne. D'autre part, la pelle est arrondie pour éviter de couper le joint. Il est possible de monter deux types de pelle pour la vanne guillotine, ce sont la pelle avec fermeture plate ou pelle à fermeture en « V ». Cette dernière est appropriée lors du travail avec des fluides très chargés de solides légers mous, pour qu'elle puisse couper le fluide et se fermer rapidement. Pour assurer l'étanchéité de la pelle, un siège est installé dans le corps de la vanne. Ce type de fermeture inclut un joint d'étanchéité fixé intérieurement au corps avec une bague renforcée munie de deux fonctions (protéger la vanne

de l'abrasion et nettoyer la pelle lorsqu'elle travaille avec des solides qui risquent d'adhérer à la pelle). Cette bague est démontable et facilement remplaçable.

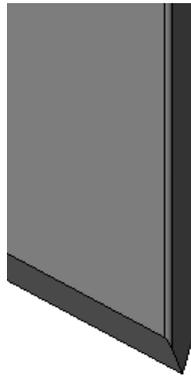


Figure 17 : La pelle

III.1.c. Bourrage :

Le bourrage se trouve à l'extrémité du corps. Chaque bourrage standard est composé de trois lignes avec un joint de conception spéciale sur la moitié qui fournit l'étanchéité entre le corps et la pelle, en évitant tout type de fuite à l'atmosphère. Il se situe sur une zone facilement accessible et peut être remplacé sans démonter la vanne de la ligne. Dans notre cas, nous avons choisi comme bourrage le coton suif. Ce bourrage est composé de fibres en coton tressé imprégnées intérieurement et extérieurement de graisse. Il s'agit d'un bourrage à usage général sur des applications hydrauliques : pompes et vannes.

III.1.d. La tige :

La tige des vannes est conçue en acier inoxydable. Cette caractéristique lui fournit une haute résistance et d'excellentes propriétés face à la corrosion. La conception de la vanne peut être envisagée avec une tige montante ou non montante. Lorsque la tige montante est nécessaire, elle est fournie avec un capuchon qui protège la tige du contact avec la poussière et la saleté et qui maintient également sa lubrification. Dans ce cas, l'union avec la pelle se réalise avec une fourche renforcée, afin de garantir une union résistante à la grande quantité d'opérations quotidiennes réalisées par ces vannes.

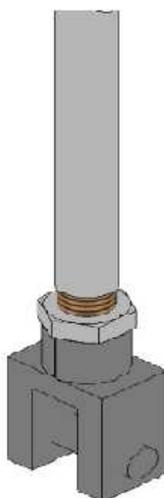


Figure18 : Tige de la vanne

III.2. Dimensionnement de la vanne et les organes hydrauliques.

III.2.a. Dimensionnement de la vanne :

Hauteur du cadre : $[H_{cd}] : 500[\text{mm}]$

Longueur du cadre : $[L_{cd}] : 1354[\text{mm}]$

Hauteur de la pelle : $[H_{pl}] : 600[\text{mm}]$

Longueur de la pelle : $[L_{pl}] : 1200[\text{mm}]$

Epaisseur de la pelle : $[e_{pl}] : 5[\text{mm}]$

❖ Volume de la pelle.

Le volume est défini par la formule :

$$V = e_{pl} \times S \quad (5)$$

Avec S : Surface de la pelle : $S_{pl} \times H_{pl}$

$$V = 5 \times 1200 \times 600$$

$$V = 3\,600\,000[\text{mm}^3] = 0.0036 [\text{m}^3]$$

❖ La masse de la pelle.

La masse de la pelle est définie par :

$$m = \rho \times V \quad (6)$$

Avec ρ : la masse volumique de l'acier inoxydable = $7850[\text{kg}/\text{m}^3]$

$$m = 7850 \times 0,0036$$



$$m = 28.26 \text{ [kg]}$$

❖ **Le poids de la vanne.**

Il est défini par la formule :

$$P_v = m \times g \quad (7)$$

P_v : Poids de la vanne

g : la pesanteur : 9,8[N/kg]

$$P = 28,26 \times 9,81$$

$$P_v = 280.56 \text{ [N]}$$

II.2.b. Dimensionnement du vérin :

Dans notre cas, nous avons un type de montage articulé et guidé. Ce qui nous amène à choisir un facteur de cours $K=0,7$.

Ainsi, la longueur de flambage L est:

$$L = C \times K$$

Avec C : La cours du vérin.

$$L = 200 \times 0.7$$

$$L = 140 \text{ [mm]} \quad (8)$$

Dans ce cas, nous allons prendre un vérin hydraulique muni d'une tige de diamètre 45 avec un piston de diamètre 40 ($\emptyset 40 \times 25$)

❖ **Pression pour tracter la pelle.**

Par définition :

$$P = \frac{F}{\Delta S} \quad (9)$$

Avec ΔS : La section de l'annulaire

F : Le poids de la pelle et la force de résistance de l'eau.

❖ **Détermination de la force que l'eau exerce sur la pelle.**

La surface de la pelle est de $S_{pl} = 1,2 \text{ [m]} \times 0.020 \text{ [m]}$

$$S_{pl} = 0.024 \text{ [m}^2\text{]}$$



Or le débit d'eau frappant la vanne est de :

$$Q = V \times S_{pl}$$

Avec :

V : La vitesse de l'eau = 0.8 [m/s]

S_{pl} : La section de la pelle [m²]

Alors $Q = 0.8 \times 0.024$

$$Q = 0.0192 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Or la masse volumique de l'eau est de $\rho_{eau} = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ et la masse (M) d'eau qui frappe la vanne est alors : $M = \rho_{eau} \times V_{eau}$

$$M = 1000 \times 0.0192$$

$$M = 19.2 \text{ [kg]}$$

Le poids de l'eau est alors : $P_{eau} = M \times g$

$$P_{eau} = 19.2 \times 9.81$$

$$P_{eau} = 188.352 \text{ [N]}$$

Donc $F = 188.352 + 280.56$

$$F = 468.912 \text{ [N]} \approx 470 \text{ [N]}$$

$$P = \frac{4F}{\pi(d_1^2 - d_2^2)}$$

$$= \frac{4 \times 470}{3,14(4^2 - 2,5^2)}$$

$$P = 61.40 \text{ [bars]}$$

❖ Calcul du débit.

La vitesse est de 0,2[m/s]

- Débit pour la sortie du vérin

$$Q_s = V \times S_{piston} \quad (10)$$

$$Q_s = 0,2 \times \left(\frac{0,04^2}{4} \times 3,14 \right)$$

$$Q_s = 0,0002512 \text{ [m}^3\text{/s]} = 15.07 \text{ [l/min]}$$

- Débit pour la rentrée du vérin

$$Q_r = V \times S_{annulaire} \quad (11)$$



$$Q_r = 0,2 \times \left[\frac{3,14}{4} \times (0,040^2 - 0,025^2) \right]$$

$$Q_r = 0.000153[\text{m}^3/\text{s}] = 9.18[\text{l}/\text{min}]$$

❖ Temps nécessaire pour le déplacement

Pour le calcul du temps, on va partir de la relation suivante :

$$d = V \times t \quad (12)$$

Avec :

d= La distance parcourue ou la course du vérin en [m]

V= La vitesse du déplacement en [m/s]

t= Le temps du déplacement en [s]

D'où
$$t = \frac{d}{v} \quad (13)$$

$$t = \frac{0,2}{0,2}$$

$$t = 1[\text{s}]$$

II.2.c. Calcul sur les conduites ou tuyauterie :

Dans notre cas, le débit nécessaire pour la traction de la pelle est de

$$Q = 0,0002512[\text{m}^3/\text{s}].$$

❖ Section et diamètre de la conduite d'aspiration

La vitesse du fluide pour la conduite d'aspiration est de l'ordre de 0,5[m/s] à 1,5[m/s].

Dans ce cas, on va prendre $V_a = 1[\text{m}/\text{s}]$ comme vitesse.

➤ Section de la conduite

$$S = \frac{Q}{V_a} \quad (14)$$

$$S = \frac{0,0002512}{1}$$

$$S = 0.0002512[\text{m}^2] = 251.2[\text{mm}^2]$$



➤ **Diamètre de la conduite**

Comme $S = \pi \frac{d^2}{4}$

$$\rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \times S_d}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\left(\frac{4 \times 251.2}{3,14}\right)}$$

$$\boxed{d = 17.88 \text{ [mm]}}$$

❖ **Section et diamètre de la conduite de refoulement**

La vitesse du fluide dans la conduite de refoulement est de l'ordre de 3[m/s] à 5[m/s].

Dans ce cas, on va prendre $V_r = 4$ [m/s]

➤ **Section de la conduite**

$$\boxed{S = \frac{q}{V_r}} \quad (15)$$

$$S = \frac{0.0002512}{4}$$

$$\boxed{S = 0.0000628 \text{ [m}^2\text{]} = 62.8 \text{ [mm}^2\text{]}}$$

➤ **Diamètre da la conduite de refoulement**

$$d_r = \sqrt{\frac{4 \times S_r}{\pi}}$$

$$d_r = \sqrt{\left(\frac{4 \times 62.8}{3,14}\right)}$$

$$\boxed{d_r = 8.94 \text{ [mm]}}$$

❖ **Section et diamètre de la conduite de retour**

La vitesse du fluide dans la conduite de retour va de 2[m/s] à 3[m/s].

On va prendre $V_{Re} = 3$ [m/s]

➤ **Section de la conduite**

$$\boxed{S = \frac{q}{V_{Re}}} \quad (16)$$

$$S = \frac{0.0002512}{3}$$



$$S=0.00008373[m^2] = 83.73[mm^2]$$

➤ **Diamètre de la conduite**

$$d_{Re}=\sqrt{\frac{4 \times S_{Re}}{\pi}}$$

$$d_{Re}=\sqrt{\left(\frac{4 \times 83.73}{3,14}\right)}$$

$$d_{Re}= 10.32[mm]$$

	Section du tuyau [mm ²]	Diamètre du tuyau [mm]
Conduite d'aspiration	251.2	17.88
Conduite de refoulement	62.8	8.94
Conduite de retour	83.73	10.32

Tableau 3 : Caractéristique de la tuyauterie

II.2.d. Les pertes de charges dans la conduite ou tuyauterie :

Dans tout circuit hydraulique, on rencontre toujours des pertes que l'on appelle perte de charge. C'est pourquoi on cherche à établir un écoulement laminaire pour réduire ou même minimiser cette perte. Il est à noter que, pour savoir si un écoulement est laminaire, turbulent ou incertain ; il faut toujours calculer le nombre de Reynolds donné par la formule suivante :

$$Re = \frac{v \times d}{\vartheta} \quad (17)$$

Avec :

V= Vitesse du fluide en [cm/s]

ϑ= Viscosité cinématique du fluide en [st] ou [cm²/s]

d= Diamètre inférieur de la tuyauterie en [cm]



Pour pouvoir distinguer un écoulement à un autre, il faut savoir que :

Un écoulement est laminaire si $Re < 1200$

Un écoulement est turbulent si $Re > 2300$

Un écoulement est incertain si $1200 < Re < 2300$

Mais dans la plupart des cas, on considère ce dernier comme un écoulement turbulent.

Pour formule, la perte de charge s'exprime par la formule :

$$\Delta p = \lambda \times \frac{L}{d} \times \frac{\rho}{2} \times V^2 \quad (18)$$

Avec : ρ : la masse volumique du fluide [kg/m^3]

Si l'écoulement est laminaire :

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

Si l'écoulement est turbulent :

$$\lambda = 0,36 Re^{-0,25}$$

❖ Calcul de la viscosité cinématique du fluide $[\vartheta]$

On cherche à effectuer un écoulement laminaire, alors nous allons procéder comme suit :

$$Re = \frac{v \times d}{\vartheta} < 1200 \quad (17)$$

$$\text{Donc } \vartheta > \frac{v \times d}{1200}$$

• Pour la tuyauterie d'aspiration

$$\vartheta > \frac{100 \times 1.788}{1200}$$

$$\vartheta > 0,149 \text{ [st]} = 14.9 \text{ [cst]}$$

• Pour la conduite de refoulement

$$\vartheta > \frac{400 \times 0.894}{1200}$$

$$\vartheta > 0,298 \text{ [st]} = 29.8 \text{ [cst]}$$

• Pour la conduite de retour

$$\vartheta > \frac{300 \times 1.032}{1200}$$

$$\vartheta > 0,258 \text{ [st]} = 25.8 \text{ [cst]}$$

Donc nous allons prendre $\vartheta > 0.298 \text{ [st]}$ dans les calculs qui vont suivre. Et prendre

$\rho = 0,870 \text{ [kg/l]}$ avec une longueur $L = 1 \text{ [m]}$.

**❖ Perte de charge dans la conduite d'aspiration**

D'après la relation 17, on aura :

$$Re = \frac{V_a \times d_a}{\vartheta}$$

$$Re = \frac{100 \times 1.788}{0,62}$$

$$Re = 600 \text{ (Laminaire)}$$

La perte de charge sera :

$$\Delta_{pa} = \lambda \times \frac{L}{d_a} \times \frac{\rho}{2} \times V_a^2$$

$$\Delta_{pa} = \frac{64}{600} \times \frac{100}{1.788} \times \frac{870}{2} \times 1^2 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta_{pa} = \mathbf{0.025 \text{ [bar]}}$$

❖ Perte de charge dans la conduite de refoulement

Le nombre de Reynolds est :

$$Re = \frac{V_r \times d_r}{\vartheta}$$

$$Re = \frac{400 \times 0.894}{0,62}$$

$$Re = 1200 \text{ (Laminaire)}$$

La perte de charge sera donc :

$$\Delta_{pr} = \lambda \times \frac{L}{d_r} \times \frac{\rho}{2} \times V_r^2$$

$$\Delta_{pr} = \frac{64}{1200} \times \frac{400}{0.894} \times \frac{870}{2} \times 4^2 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta_{pr} = \mathbf{1.66 \text{ [bar]}}$$

❖ Perte de charge dans la tuyauterie de retour

Le nombre de Reynolds est :

$$Re = \frac{V_{Re} \times d_{Re}}{\vartheta}$$

$$Re = \frac{300 \times 1.032}{0,62}$$

$$Re = 1038 \text{ (Laminaire)}$$

La perte de charge est :

$$\Delta_{pRe} = \lambda \times \frac{L}{d_{Re}} \times \frac{\rho}{2} \times V_{Re}^2$$

$$\Delta p_{Re} = \frac{64}{1038} \times \frac{300}{1.032} \times \frac{870}{2} \times 3^2 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta p_{Re} = 0.701 \text{ [bars]}$$

Voici l'abaque dans lequel nous allons faire le choix de la conduite, indiquant la pression recommandée et le diamètre admissible de la conduite.

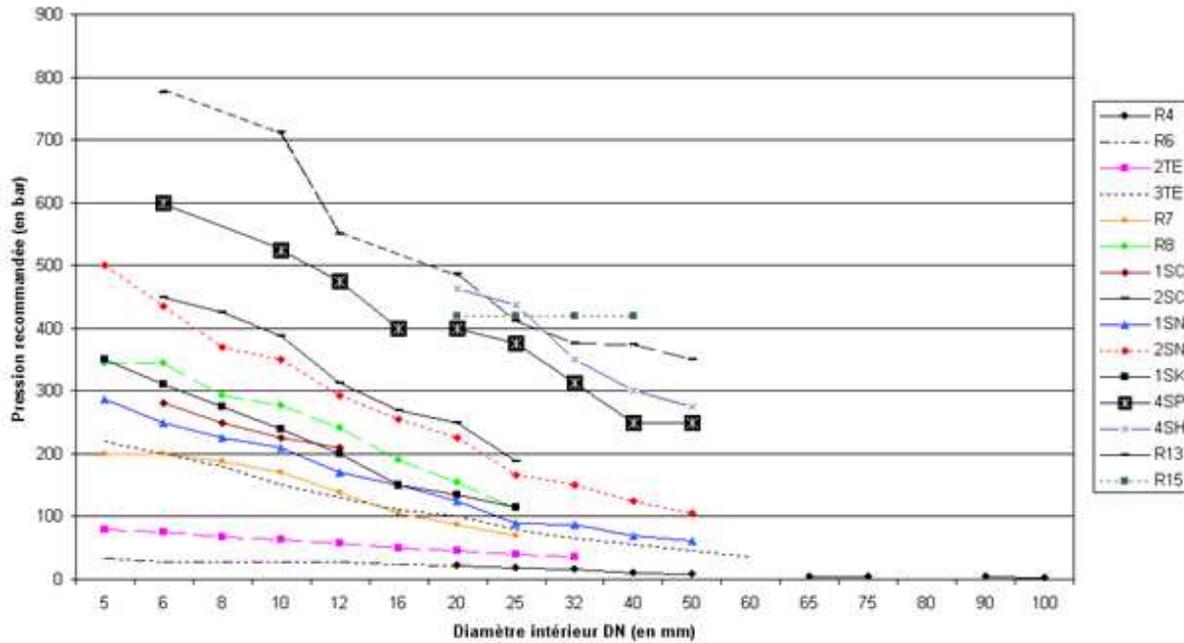


Figure19 : Abaque de tuyauterie

Tuyau DN	2TE R6	3TE R3	1SC	2SC	1SN	2SN	R4	R7 R8	1SK	4SP	4SH	4SP	4SH	R13	R15
5	SC 05	SC 05			SC 05	S2 05		SC 05	SC 05						
6	SC 06	SC 06	SX 06 SC 06	SX 06 SC 06	SX 06 SC 06	SN 06 S2 06		SC 06	SC 06	SM 06					
8	SC 08	SP 08	SX 08 SC 08	SX 08 SC 08	SX 08 SC 08	SN 08 S2 08		SC 08	SC 08						
10	SC 10	SP 10	SX 10 SC 10	SX 10 SC 10	SX 10 SC 10	SN 10 S2 10		SC 10	SC 10	S2 10					
12	SC 12	SP 12	SX 12 SC 12	SX 12 SC 12	SX 12 SC 12	SN 12 S2 12		SC 12	SC 12	S2 12					
20	S2 20	SP 20		SX 20 S2 20	SX 20 S2 20	SN 20 S2 20	S4 20	SP 20	SP 20	SM 20	SM 20	V 20	V 20	V 20	V 20

Tableau 4 : Tableau de la jupe de la conduite

D'après le tableau précédent, nous allons prendre une conduite d'aspiration dont la tuyauterie est en R6 de type S2 20.

Pour la conduite de refoulement : Tuyauterie en R6 de type SC 10.



Pour la tuyauterie de retour : Conduite en R6 de type SC 12.

❖ **Calcul de la pression de tarage [P0].**

Par définition :

$$P_0 = P + \Delta P_1 \quad (18)$$

$$\text{Avec } \Delta P_1 = \Delta P_a + \Delta P_r$$

$$\Delta P_1 = 0.025 + 1.660$$

$$\Delta P_1 = 1.685 [\text{bar}]$$

D'où:

$$P_0 = 61.40 + 1.685$$

$$P_0 = 63.085 [\text{bars}]$$

II.2.e. Puissance nécessaire du vérin :

➤ **Pour la sortie de vérin :**

$$P_{\text{Hyd}} = \frac{P \times q_s}{600} \quad (19)$$

Avec : P_{Hyd} : La puissance hydraulique du vérin

$$P_{\text{Hyd}} = \frac{61.40 \times 17.07}{600}$$

$$P_{\text{Hyd}} = 1,746 [\text{kW}]$$

Ainsi la puissance nécessaire est :

$$P_{\text{Snéc}} = 1,920 [\text{kW}]$$

➤ **Pour la rentrée de la tige du vérin :**

$$P_{\text{Hyd}} = \frac{P \times q_r}{600}$$

$$P_{\text{Hyd}} = \frac{61.40 \times 9.18}{600}$$

$$P_{\text{Hyd}} = 0.939 [\text{kW}]$$

La puissance nécessaire est :

$$P_{\text{r}} = 1.032 [\text{kW}]$$

**❖ La puissance perdue pour les pertes de charges.**

Pour la sortie de la tige du vérin :

$$P_1 = \frac{\Delta p_1 \times q_s}{600} \quad (20)$$

$$P_1 = \frac{1.685 \times 15.07}{600}$$

$$P_1 = 0.042 \text{ [kW]}$$

Pour la rentrée de la tige du vérin :

$$P_2 = \frac{\Delta p_1 \times q_s}{600} + \frac{P_0(q_s - q_r)}{600} \quad (21)$$

$$P_2 = \frac{1.685 \times 15.07}{600} + \frac{63.08(15.07 - 9.18)}{600}$$

$$P_2 = 0.661 \text{ [kW]}$$

II.2.f. Dimensionnement de la pompe :**❖ Puissance fournie par la pompe pour la sortie de la tige du vérin :**

$$P_s = P_{s \text{ néc}} + P_2 \quad (22)$$

$$P_s = 1.920 + 0.042$$

$$P_s = 1.0926 \text{ [kW]}$$

❖ Puissance fournie par la pompe pour la rentrée de la tige du vérin :

$$P_r = P_{r \text{ néc}} + P_2 \quad (23)$$

$$P_r = 1.032 + 0.19$$

$$P_r = 1.222 \text{ [kW]}$$

D'après les calculs précédents la pompe qui convienne à notre cas est une pompe ayant une pression de 70[bars] tournant à $n=1200$ [tr/min]. Car la pression maximale dans notre circuit fluide est de 63.08 [bars]. De plus, ce choix était fait dans le but d'avoir une longévité plus favorable à la pompe.

**❖ Puissance absorbée par la pompe :**

$$P_{Abs} = \frac{P \times Q}{600} \quad (24)$$

$$P_{Abs} = \frac{70 \times 15.07}{600}$$

$$P_{Abs} = 1.758 [\text{kW}]$$

❖ La couple que la pompe développe :

$$C = \frac{P}{\omega} = \frac{30 \times P}{\pi n} \quad (25)$$

$$C = \frac{30 \times 1.758 \times 1000}{\pi \times 1200}$$

$$C = 9.21 [\text{N.m}^{-1}]$$

❖ Cylindrée de la pompe :

$$Cyl = \frac{Q}{n} \quad (26)$$

$$Cyl = \frac{15070}{1200}$$

$$Cyl = 12.5$$

II.2.g. Choix du moteur électrique :**❖ Puissance du moteur :**

$$P_{mot} = \frac{P_{abs}}{\eta} \quad (27)$$

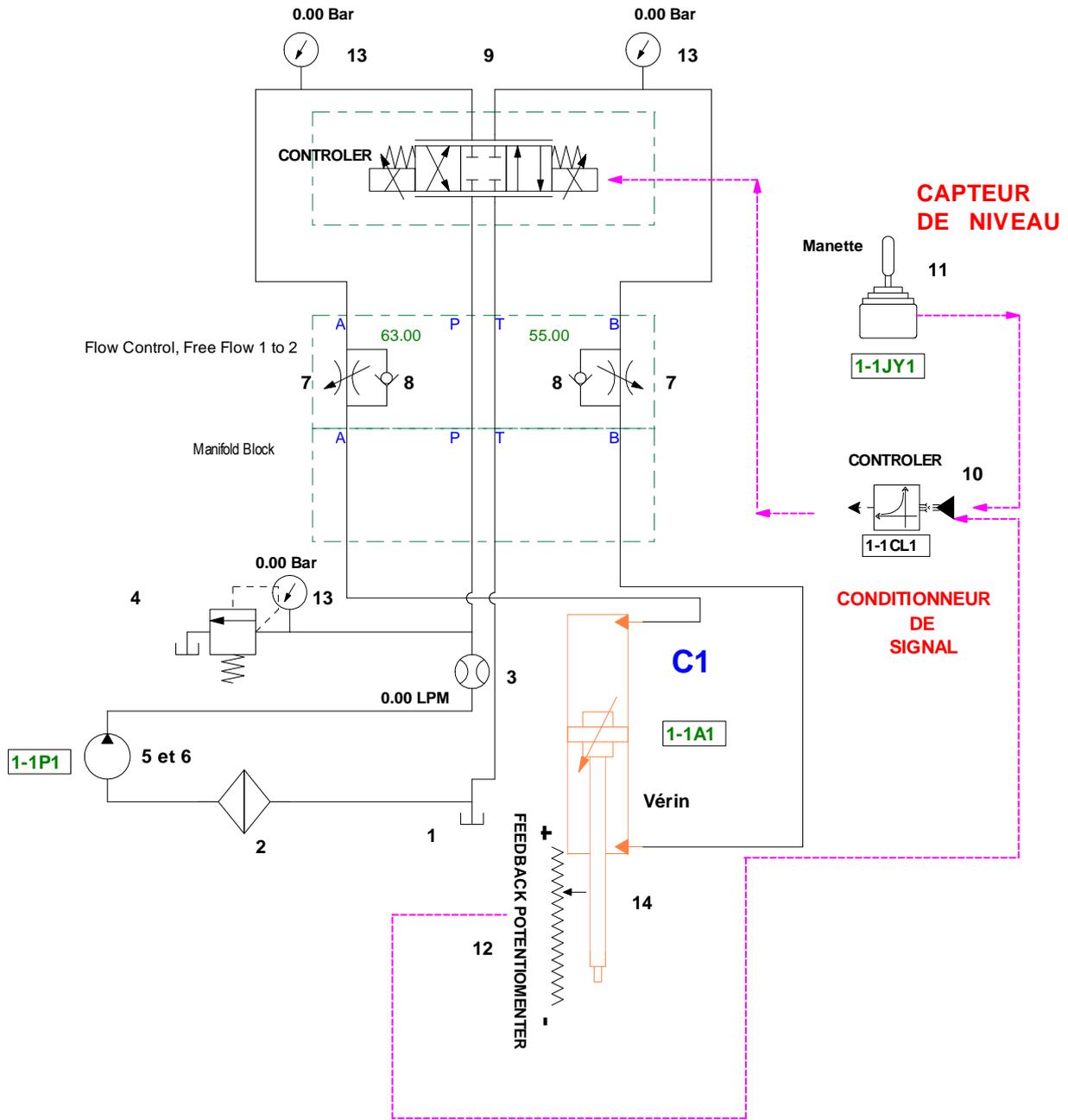
Avec η : rendement du moteur = 0,85

$$P_{mot} = \frac{1.758}{0,85}$$

$$P_{mot} = 2.06 [\text{kW}] = 2.801 [\text{cv}]$$

III.3. Schémas du circuit et dessin de la vanne.

AUTOMATISATION D'UNE VANNE EN AMONT



III.3.a Les composants du circuit de commande :

Numéro	Composants	Fonction
1	Réservoir d'huile	Stocker les fluides à utiliser.
2	Filtre d'aspiration	Filtrer le liquide à fin d'éviter le passage des impuretés dans le circuit.
3	Débitmètre	Mesurer le débit sortant de la pompe.
4	Limiteur de pression	Protéger les circuits fluidiques d'une surpression.
5	Moteur électrique	Assure le fonctionnement de la pompe.
6	Pompe hydraulique	Donner de la puissance hydraulique et garantir l'alimentation en fluide de toute l'installation.
7	Etrangleur	Réduit le débit du fluide circulant à son aval.
8	Clapet anti-retour	Maintenir le vérin à une position
9	Distributeur à commande proportionnel	Contrôler la circulation des fluides selon le courant qui l'alimente.
10	Contrôleur	Contrôle le signal sortant du capteur
11	Capteur	Mesure le niveau d'eau et envoie des signaux au contrôleur.
12	Capteur potentiométrique	Détecte la position du vérin
13	Manomètre	Mesure la pression dans une conduite.
14	Vérin hydraulique à double effets	Convertir la puissance hydraulique en une puissance mécanique.

Tableau 5 : Liste des composants

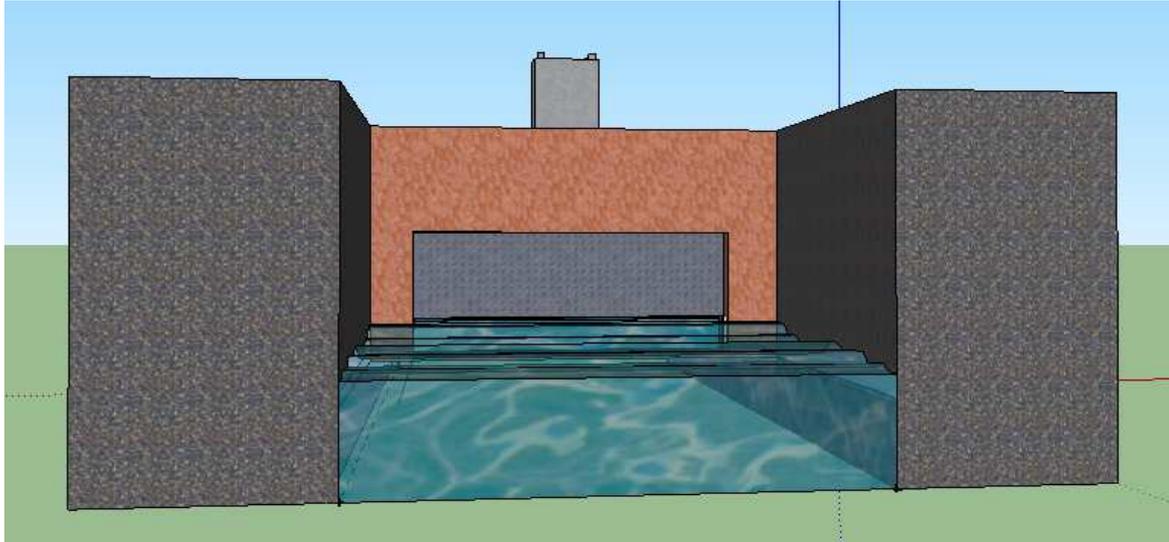


Figure20 : La vanne et le canal

III.3.b. Fonctionnement et description du cycle :

- Au début du cycle, le capteur ne détecte aucun changement du niveau d'eau. La pelle de la vanne est fermée et le distributeur à commande proportionnelle n'est pas excité. C'est le **niveau maxi** de l'eau.
- Au cours du temps où le capteur détecte une diminution du niveau d'eau, le distributeur à commande proportionnelle est excité par le courant venant du conditionneur de signal. La pelle de la vanne s'ouvre et la tige du vérin se place dans une position fonction de la diminution du niveau d'eau.
- Au **niveau mini** détecté par le capteur, la pelle de la vanne est complètement ouverte et la tige du vérin est rentrée.

Avant de présenter le grafcet des différentes actions qu'effectuent les composants, le tableau ci-dessous nous illustre les différentes simplifications et les notations correspondantes à chaque étape.



Action	Repère	Actionneur
Pelle de la vanne en position fermée.	P_f	Vanne
Rentrée du vérin.	a-	Vérin à double effet
Pelle de la vanne en position intermédiaire.	P_i	Vanne
Sortie en une position intermédiaire de la tige du vérin.	a+	Vérin à double effet
Pelle de la vanne en une position complètement ouverte.	P_o	Vanne
Sortie totale de la tige du vérin.	a++	Vérin à double effet

Tableau 6 : Choix de la technologie

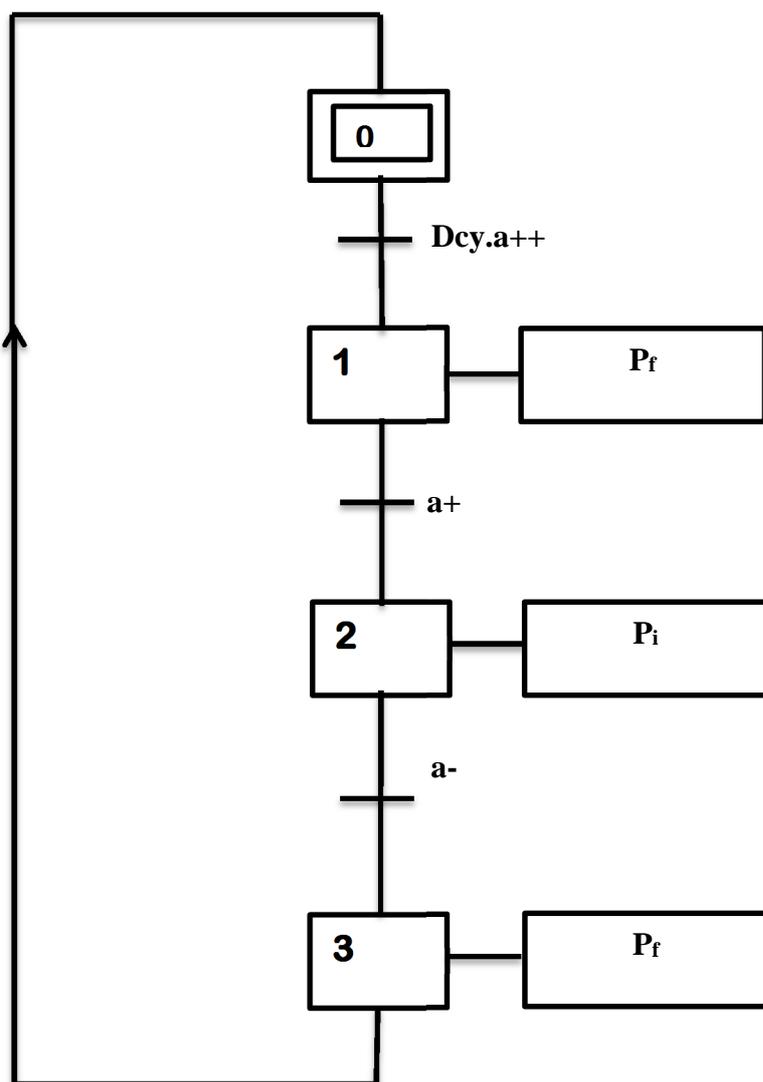


Figure21 : Grafcet du circuit



Partie III : ETUDE ECONOMIQUE ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Chapitre I : ETUDE ECONOMIQUE

I.1. Estimation du coût des matériaux.

I.1.a. Les organes hydrauliques :

RANG	DESIGNATION	DIMENSION [mm]	QUANTITES	PRIX UNITAIRE [Ariary]	TOTAL
1	Etrangleur		2	50600	101200
2	Centrale hydraulique		1	690000	690000
3	Clapet anti-retour		2	133864	267728
4	Distributeur principale		1	4335500	4335500
5	Filtre hydraulique		1	219726	219726
6	Limiteur de pression		1	205640	205640
7	Manomètre		3	225000	678000
8	Tuyauterie	3000	1	17300 /m	51900
9	Vérin	Ø40×25	1	439400	439400

Tableau 7 : Coût des organes hydrauliques

I.1.b. Les constituants de la vanne :

RANG	DESIGNATION	DIMENSION	QUANTITE	PRIX UNITAIRE [Ariary]	TOTAL
1	Cadre/corps		1	78144	78144
2	Pelle		1	20000	20000
3	Fourche		1	5000	5000
4	Bourrage		2	10000	20000
5	Boulonnerie	Vis et écrou M8	2	1500	3000



		Vis et écrou M 20	10	500	5000
--	--	----------------------	----	-----	------

Tableau 8 : Coût de la vanne

1.1.c. Les éléments électriques :

RANG	DESIGNATION	DIMENSION [m]	QUANTITE	PRIX UNITAIRE [Ariary]	TOTAL
1	Capteur de niveau		1	127200	127200
2	Conditionneur de signal		1		
3	Fil conducteur	5	1	600	3000

Tableau 9 : Coût des éléments électriques

La totalité du cout des investissements est égal à 7 250 238 [Ar].

Si on considère les autres charges et les couts de la main d'œuvre à 2% de ce cout 145 004 [Ar].Ainsi, le cout de l'investissement s'élève à 7 395 242 [Ar].

Dans notre cas, le calcul de la rentabilité est très compliqué car il faut ajouter dans le calcul la valeur de l'investissement toute entière de la centrale pour pouvoir calculer la valeur actuelle nette et l'indice de profitabilité.



Chapitre II : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

L'environnement est l'ensemble de tout ce qui nous entoure que ce soit naturels, artificiels, matériels, humaines, etc... C'est le milieu ou l'entourage dans lequel nous vivons. C'est pourquoi il est très important de limiter les dégâts apportés par l'évolution technologique de l'homme, portant atteinte à l'existence de notre environnement. Et c'est ainsi qu'a été créé les normes concernant le management de l'environnement (ISO 14000).

En effet, l'automatisation de la vanne guillotine apportera un changement de la structure des paysages naturels à cause de l'aménagement d'un nouveau territoire.

II.1. Effets négatifs de l'automatisme.

- Sur le plan écologique, l'implantation provoque le défrichage des végétaux et du sol se trouvant sur le lieu.
- Augmentation de l'énergie consommée de la microcentrale (avec ses composants électriques).
- Le bruit causé par le moteur d'entraînement de la pompe crée des perturbations social, vu qu'il est exposé en plein air.
- Les fuites d'huile (de faible probabilité) auront des impacts négatifs sur l'écosystème aquatique (pollution de l'eau) et sur le sol.

II.2. Les avantages de l'automatisme.

- Limite l'érosion de la partie en pente du déversoir de sécurité.
- Elle ne participe pas à la pollution de l'air ni au dégagement des gaz à effet de serre car le moteur utilisé est un moteur électrique.
- Développement communal.
- Satisfaction des clients.
- Augmentation de l'énergie vendue.
- Réduction des dommages causés par les coupures d'électricité.
- Amélioration de la productivité de la population.



II.3 Solutions proposées pour remédier aux impacts négatives

- Reboiser la partie défrichée du lieu d'implantation.
- Poser le réservoir loin de l'eau du canal.
- Mettre le moteur dans un coffre pour réduire les bruits.
- Faire une maintenance périodique pour ne pas dépasser le temps d'usure des composants.



CONCLUSION

Dans le monde d'aujourd'hui, l'homme et la société sont devenus dépendants de l'énergie électrique. L'idée d'automatiser une vanne en amont s'avère très efficace pour régler le niveau d'eau à turbiner. En effet, la microcentrale hydraulique pourrait fonctionner d'une façon continue après l'implantation de cette vanne automatisée.

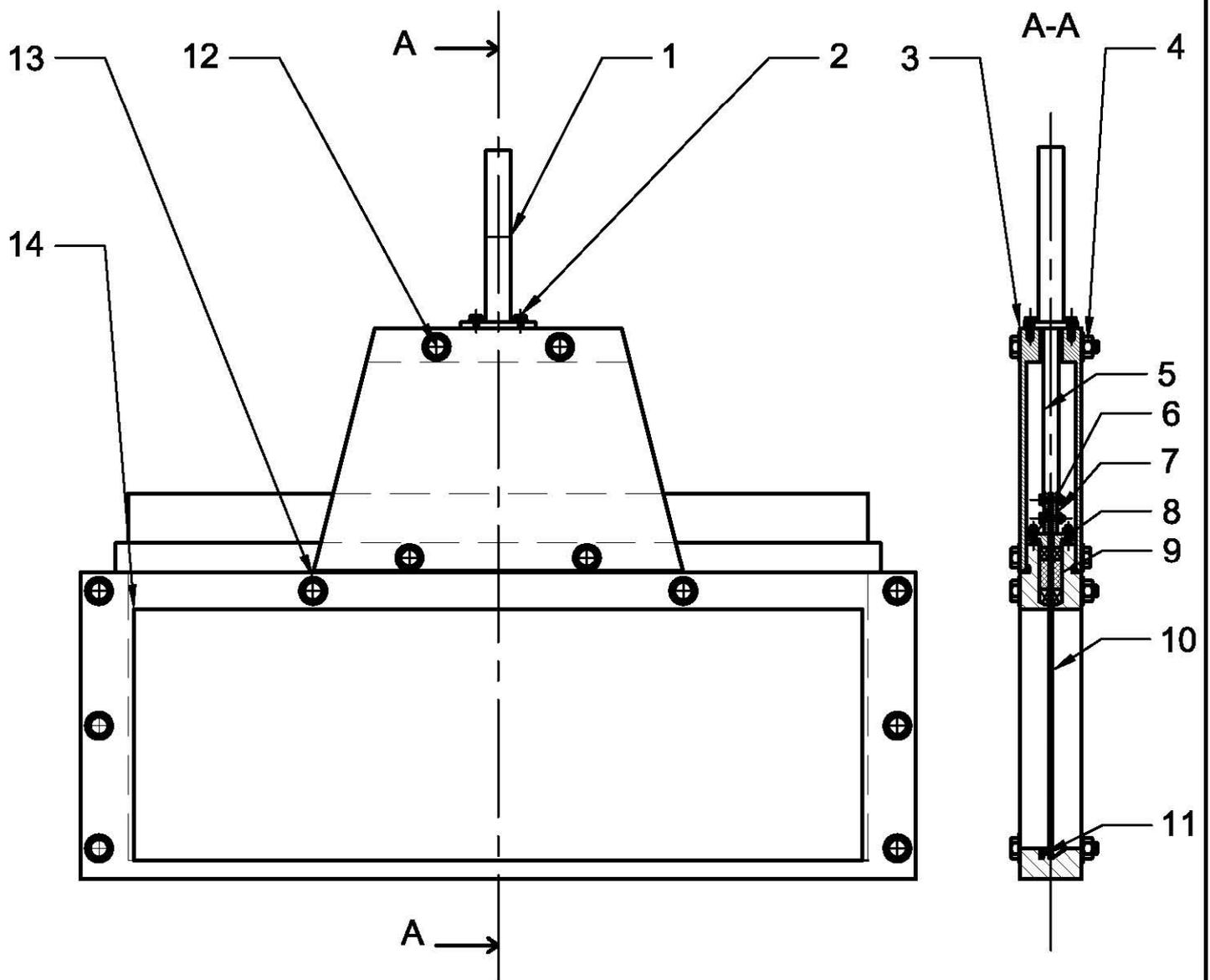
La première partie de l'ouvrage nous a permis de présenter la microcentrale et ses éléments constitutifs.

La seconde partie nous a montré les différents composants que nous avons utilisés pour réaliser l'automatisme. En plus de cela, cette partie nous montre toutes les dimensionnements effectuées, le schéma hydraulique et le choix des organes utilisés.

Dans la troisième et dernière partie, on a constaté le coût de la vanne automatisée, ainsi que les impacts environnementaux.

Ainsi, l'automatisation de la vanne en amonts s'avère un complément très essentiel sur le site de production d'énergie hydroélectrique. Non seulement, elle assure l'alimentation en eau de la centrale pendant la période crue que décrue, mais réduit aussi le nombre de coupure d'électricité dans la commune.

ANNEXES :
Dessin technique :



DESSIN DE LA VANNE

Echelle 1:10

ESPA

Landry



09/11/13

P: 01

14	1	Corps de la vanne	EN-GJL-250	
13	1	Rondelle M20	C48	
12	10	Vis M20	C38	NF-E 25 116
11	1	Joint		
10	1	Pelle 600x1200	X 30 Cr 13	
9	2	Bouillage	Coton	
8	1	Presse étoupe	Al	
7	1	Fourche	Al	
6	2	Ecrou M8	C38	NF-E 25-116
5	1	Tige du vérin	C40	
4	10	Ecrou M20	C38	NF-E 25-116
3	1	Arcade		
2	4	Vis M8	C38	NF-E 25-116
1	1	Vérin de traction de la pelle	C48	DE40/25
Rep	Nbr	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION

DESSIN DE LA VANNE

Echelle 1:1

ESPA

Landry



09/11/13

P: 02



BIBLIOGRAPHIE :

1. Madame ANDRIAMAHANDRY Nofy Malala : « AUTOMATISATION D'UNE MICOCENTRALE HYDRAUELECTRIQUE », mémoire de fin d'étude en Génie Industriel, soutenu en 2006.
2. Monsieur André Chevalier : « GUIDE DU DESSINATEUR INDUSTRIEL », édition 2004.
3. Monsieur HAINGONIRINA Emilien : « UTILISATION D'UN DISTRIBUTEUR A COMMANDE PROPORTIONNELLE SUR UNE MICROCENTRALE », mémoire de fin d'étude e Génie Industriel, soutenu en 2009.
4. Monsieur H Longeot : « CONTRUCTION INDUSTRIELLE ».
5. Monsieur TREINEN Samuel : « CONCEPTION, DIMENSIONNEMENT ET FABRICATION D'UNE TIRBUNE BANKI DE TYPE JLAMECANO-SOUDEE », mémoire pour l'obtention du titre Ingénieur Industriel en juin 2009.

WEBOGRAPHIE :

www.porker.com

www.googl.com

www.boschrexroth.de

Auteur : ANDRIATSITOHAINA Hervé Landry

Contact : 033 08 542 08

Titre de mémoire : « AUTOMATISATION D'UNE VANNE EN AMONT »

Nombre des pages : 58

Nombre des figures : 21

Nombre des tableaux : 9

Résumé :

L'eau est élément essentiel pour faire fonctionner une microcentrale hydroélectrique. La vanne automatisée que nous venons d'étudier était destinée à régler le niveau d'eau selon les besoins de la microcentrale. L'utilisation de la technologie de la fibre optique et d'un distributeur à commande proportionnelle ont permis d'avoir plus de précision dans les mesures et le fonctionnement de toutes les mécanismes.

Finalement, l'arrêt de la microcentrale causé par le manque d'eau est résolu.

Mots clés : vanne, capteur de niveau à fibre optique, distributeur à commande proportionnelle.

Abstract:

Water is essential for micro-hydro work. Automated valve that we have studied was designed to adjust the water level according to the needs of the micro power. The use of fiber optic technology and a proportional control valve allowed to have more precision in measurements and operation of all mechanisms.

Finally, the halt of the micro power caused by the lack of water is resolved.

Keywords: valve, a fiber optic sensor level, proportional valve.