



République de Madagascar

Fitiavana – Tanindrazana – Fandrosoana

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Antananarivo

Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra (IES-AV)

Mention : Génie Rural

Parcours : Géo Energie

Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme de la Licence

ETUDE D'UNE MICRO CENTRALE HYDROELECTRIQUE et SES EFFETS AUX PRODUCTIONS AGRICOLES

Présenté par : ANDRINIRINA Zolalaina Henintsoa Dafiné

Soutenu le : 07 novembre 2020

Devant la commission d'examen composé de :

Encadreur pédagogique : Monsieur RAJOMALAHY Julien Aimé

Présidente de jury : Dr RAMINOHARISOA Eliane Lalao

Examineur : Mr RAMIELSON Luis Ruffin

Année Universitaire : 2018-2019



République de Madagascar

Fitiavana – Tanindrazana – Fandrosoana

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Antananarivo

Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra (IES-AV)

Mention : Génie Rural

Parcours : Géo Energie

Mémoire de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme de la Licence

ETUDE D'UNE MICRO CENTRALE HYDROELECTRIQUE et SES EFFETS AUX PRODUCTIONS AGRICOLES

Présenté par : ANDRINIRINA Zolalaina Henintsoa Dafiné

Soutenu le : 07 novembre 2020

Devant la commission d'examen composé de :

Encadreur pédagogique : Monsieur RAJOMALAHY Julien Aimé

Présidente de jury : Dr RAMINOHARISOA Eliane Lalao

Examineur : Mr RAMIELSON Luis Ruffin

Année Universitaire : 2018-2019

REMERCIEMENTS

À l'occasion de ce moment important où nos trois années d'études à l'Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakjanankaratra touchent à leurs fins, nous remercions tout d'abord Dieu, le Tout Puissant de nous avoir guidé et béni afin de les finir. Ainsi, nos vifs et très sincères remerciements s'adressent à toutes ces personnes et très particulièrement à :

- *Monsieur RAJAONARISON Eddie Franck Directeur de l'Université, d'avoir bien su gérer l'université afin que nous puissions des connaissances en toute sérénité*
- *Monsieur RAJOMALAHY Julien Aimé notre encadreur, de nous avoir accompagné pendant toute la réalisation de ce livre*
- *Docteur RAMINOHARISOA Eliane Lalao chef mention génie rural, d'avoir fait honneur de présider cette mémoire*
- *Monsieur RAMIELSON Luis Ruffin, chef parcours Géo Energie, d'avoir accepté d'être mon examinateur*

N'oublions pas de remercier minutieusement :

- *Toute notre famille de nous avoir tant soutenu moralement que financièrement*
- *Le corps professoral de notre université de nous avoir partagé leurs connaissances et nous avoir enseigné sans se plaindre de leur fatigue*
- *Tous nos amis et nos camarades de classes avec qui nous avons partagé la vie sociétairre et la vie en classe, nous ont permis d'être la personne que nous sommes devenus aujourd'hui*
- *Toutes personnes qui, de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce livre*

Nous leur devons notre gratitude et nous voudrions ici, témoigner toute notre reconnaissance pour tout ce qu'ils ont fait pour nous. Bien que l'encadrement qu'ils nous ait fourni ait été sans failles, des coquilles peuvent encore subsister dans ce rapport étant qu'il est rédigé par un étudiant encore débutant.

Liste des figures

Figure 1: présentation de la zone d'étude	3
Figure 2: principe de fonctionnement des centrales hydroélectriques	6
Figure 3: Centrale de Beauharnois au Québec : Puissance 1660MW ; hauteur de chute 24m	7
Figure 4: centrale alimentée par un réservoir	7
Figure 5: Barrage poids.....	9
Figure 6: Barrage voûte	10
Figure 7: Barrage à contreforts	10
Figure 8: Rendements relatifs des turbines hydrauliques pour débits variables.	14
Figure 9: Schéma représentatif de la turbine Francis.....	15
Figure 10: Schéma représentatif de la turbine Kaplan ou à hélices	15
Figure 11 : Schéma représentatif de la turbine Pelton.....	16
Figure 12: Choix des turbines hydrauliques pour les microcentrales hydroélectriques Source : google	17
Figure 13: Les trois grandes familles de rotor de l'alternateur.....	18
Figure 14: Illustration représentative d'un alternateur.....	20
Figure 15 : Evolution de la production en Electricité des centrales hydrauliques. (JIRAMA, 2012).....	2
Figure 16 : Représentation image du cycle de l'eau.....	22
Figure 17: Illustration schématique des hauteurs.....	25
Figure 18: barrage.....	26
Figure 19: canal d'amenée.....	27
Figure 20: grille de protection	27
Figure 21: conduite forcée	28
Figure 22: la centrale.....	29
Figure 23 : turbine artisanale de type à action.....	29
Figure 24 : Alternateur ELYSTAR PELLIZZARI ; puissance de 30KVA ; facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ et une tension d'excitation de 19V courant continu ; en fin une sortie triphasée de tension entre phase de 380 V ; machine synchrone de fréquence de 50Hz.....	31
Figure 25: canal des esclaves.....	39

Liste des annexes

Annexe1 : turbine Francis

Annexe2 : turbine Kaplan

Annexe3 : turbine Pelton

Annexe4 : turbine cross flow

Liste des abréviations :

- F c e m :** force contre électromotrice
- F e m :** force électromotrice
- JIRAMA :** Jiro sy Rano Malagasy
- MEH :** ministère de l'énergie et des hydrocarbures
- Fig. :** figure
- Ex :** exemple

Liste des unités

m³/s : mètre cube par seconde

W : watt

m : mètre

SOMMAIRE

INTRODUCTION

RESUME

1^{ère} partie : revue bibliographique

Chapitre 1 : présentation de la commune urbaine de Betafo

Chapitre 2 : généralités sur l'hydroélectricité

Chapitre 3 : généralités sur l'hydroélectricité à Madagascar

2^{ème} partie : méthodologie de recherche

Chapitre 1 : matériels

Chapitre 2 : méthodes

3^{ème} partie : résultats obtenus

Chapitre 1 : Résultat et interprétation

Chapitre 2 : suggestion et recommandation

Chapitre 3 : discussion

CONCLUSION

RESUME

L'énergie hydraulique est une énergie qui utilise le mouvement de l'eau pour créer une énergie électrique. Elle est la source la plus propre et la plus satisfaisante de l'énergie renouvelable avec du bon rendement. Il existe deux types de central hydraulique ; la centrale au fil de l'eau (celle qui utilise le débit naturel de l'eau) et la centrale alimentée par un réservoir (celle qui utilise un barrage pour stocker de l'eau et pour augmenter la hauteur). La centrale se classifie par sa puissance produite.

Il existe 3types de barrage ; le barrage poids (généralement sa forme apparente est un triangle rectangle) ; le barrage voute (de forme arquée, il nécessite un bon rocher de fondation) et le barrage à contrefort (ils sont constitués d'une série de mur)

Le canal d'amenée transfère l'eau du barrage vers la conduite forcée (sous forme de suite de tuyaux qui a pour rôle de changer l'énergie cinétique en énergie de pression). Il existe deux types d'écoulement dans la conduite ; l'écoulement en régime permanente et l'écoulement en régime non permanente.

La turbine est une machine tournante qui crée une énergie mécanique ; elle peut diviser en deux familles ; la turbine à action (le fluide a subi une détente et n'apporte que l'énergie cinétique à son entrée dans la roue) et la turbine à réaction (le fluide a encore sous pression, et il apporte à la fois de l'énergie cinétique et de l'énergie de pression). Le choix de la turbine dépend du rapport de débit et hauteur de chute.

Un alternateur est une appareil qui crée de l'énergie électrique par induction d'un fil conducteur. Dans un alternateur, il y a un rotor (celui qui absorbe le courant électrique, il peut constituer par un aimant permanent ou par un rotor inducteur) et un stator (celui qui produit de la puissance électrique). Il y a deux groupes de l'alternateur ; alternateur synchrone et alternateur asynchrone

Madagascar a une grande potentiel hydraulique recensé estimé de l'ordre de 8000MW reparti sur toute l'île dont seulement 165MW sont exploités.

Au terme de cette étude sur une microcentrale hydroélectrique à Amboanjobe et ses effets sur l'agriculture ; après une longue période d'étude, aujourd'hui on peut dire que cette centrale n'a aucune menace aux agriculteurs ; au contraire ; c'est un atout pour eux. L'hydroélectricité représente beaucoup des avantages par rapport à d'autre énergie que ce soit sur le plan économique, environnementale et sociale ; énergie non polluante et durable. Madagascar

possède un grand potentiel sur l'hydroélectricité mais malheureusement, il n'y a que 1,5% exploité. L'électricité est un pilier au développement durable. Pourquoi on ne profite pas cette opportunité ? A-t-il des problèmes ?

Mots clés : Energie hydraulique ; microcentrale hydroélectrique ; agriculture ; Amboanjobe ; irrigation

INTRODUCTION

L'énergie électrique est un facteur essentiel pour le développement et l'évolution des sociétés humaines que ce soit sur le plan de l'amélioration des conditions de vie, ou sur le développement des activités industrielles. Elle est devenue un outil indispensable grâce à sa souplesse d'utilisation et par la multiplicité des domaines d'activités où elle est appelée à jouer un rôle plus important. Par définition, l'énergie électrique ou l'électricité : est une forme d'énergie qui manifeste son action par des phénomènes mécaniques calorifique, lumineux, chimique, etc.... On l'utilise à des usages domestiques ou industrielles ; et notamment comme une source d'éclairage [1] . Les modes et les moyens de production associés sont amenés à subir de profonds changements au cours des prochaines décennies.

En effet, les modes de production reposant sur la transformation des énergies renouvelables (hydrauliques, éoliennes, solaires ...), elles sont de plus en plus utilisées dans le cadre du développement durable.

Actuellement à Madagascar, l'électrification est faible. Seulement 15 % de la population totale sont raccordées à un réseau électrique dont 2% en zone rurale [2]. Pour combler ce retard de l'électrification rurale, l'Etat Malagasy a engagé depuis quelques années une profonde réforme du secteur électrique qui a pour but de lutter contre la pauvreté, en développant l'économie de monde rural.

Pour la région de VAKINANKARATRA, il existe plusieurs centrales électriques installée dans des zones rurales. Le fokontany de Ambohimasoandro Amboanjobe en fait partie, grâce à une microcentrale hydroélectrique ; en utilisant la rivière de Iandratsay comme source primaire.

C'est une grande opportunité pour le peuple d'avoir cette installation électrique. Il y a des zones à Madagascar qui ont une source d'eau, capable de tourner une centrale hydraulique, mais malheureusement, non exploitées. Pour cause, l'ignorance du public sur le potentiel de l'eau en électricité(hydroélectricité) et son inquiétude à la culture. C'est dans cette optique que cette étude a été menée et s'intitulant « **Etude d'une microcentrale hydraulique et ses effets aux productions agricoles** ».

Cette étude a pour but de s'informer aux publics que l'hydroélectricité et la culture peuvent s'inter dépendre et que la centrale a plusieurs effets positive aux populations concernées .

Et une question se pose « **Est-il efficace au développement du monde rural ?** »

Pour répondre à cette question, la première partie de l'étude décrira les études bibliographiques sur les centrales hydrauliques. La deuxième partie détaillera les matérielles et méthodes et la troisième ou dernière partie déclare le résultat et la discussion

1^{er} PARTIE :
REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : PRESENTATION DE LA COMMUNE URBAINE DE BETAFO

I.1. Localisation et délimitation

I.1.1. Localisation

La Commune Urbaine de Betafo se situe à 22 Km à l'Ouest de la ville d'eau, sur la Route Nationale n°34. Ces villages sont typiquement Merina.

Coordonné :19°50'24'' Sud

46°51'18'' Est

I.1.2. Délimitation

La commune urbaine de Betafo se délimite par :

Au Nord : la commune rural d'Antsoso

Au sud :la commune rural d'Alakamisy anativato

A l'Est : la commune rural d'Ambohijato

A l'Ouest : la commune rural d'Andranomafana

I.2 Hydrographie

Le District de BETAFO est :

Traversé au centre par le fleuve IANDRATSAY

Limité au Nord par les rivières SAHASAROTRA, KITSAMBY, LAVARATSY et ANDRANOMIHANAKA

Limité au Sud par les rivières MANANDONA et MANIA

I.3.Geographie de Betafo

La partie orientale est caractérisée par des nombreux cônes volcaniques, des collines et des planèzes, aux sols volcaniques. Elle a une altitude plus élevée (plus de 1 200 m).

La partie occidentale a une topographie généralement accidentée avec l'alternance de plateaux caractéristiques du Moyen Ouest et des massifs granitiques ou quartzitiques culminant à plus de 1.000 m.

Le sol y est constitué généralement de sols ferrallitiques rajeunis. Le relief accidenté et les feux de brousse répétés favorisent la formation de « lavaka » dans beaucoup d'endroits. L'altitude du district est en moyenne de 1 250 m.

En général, le chevelu hydrographique (réseau hydrographique) est dense, ce qui favorise tant la mise en culture des bas-fonds que le maintien des forêts galeries.

Les couvertures forestières sont réduites : des forêts galeries et des forêts intramontagnardes, ainsi que des végétations arborées des lieux habités.

Partout ailleurs règnent des savanes constituées essentiellement de **acteropogon casturtus** (danga) ou **Hyparrhenia ruffa** (vero) et autres graminées et herbacés.[3]

Présentation de la zone d'étude

Le fokontany Ambohimiantso Amboanjobe se trouve à 6km au nord de la capitale de Betafo.

La population se nourrit à l'agriculture et l'élevage ;

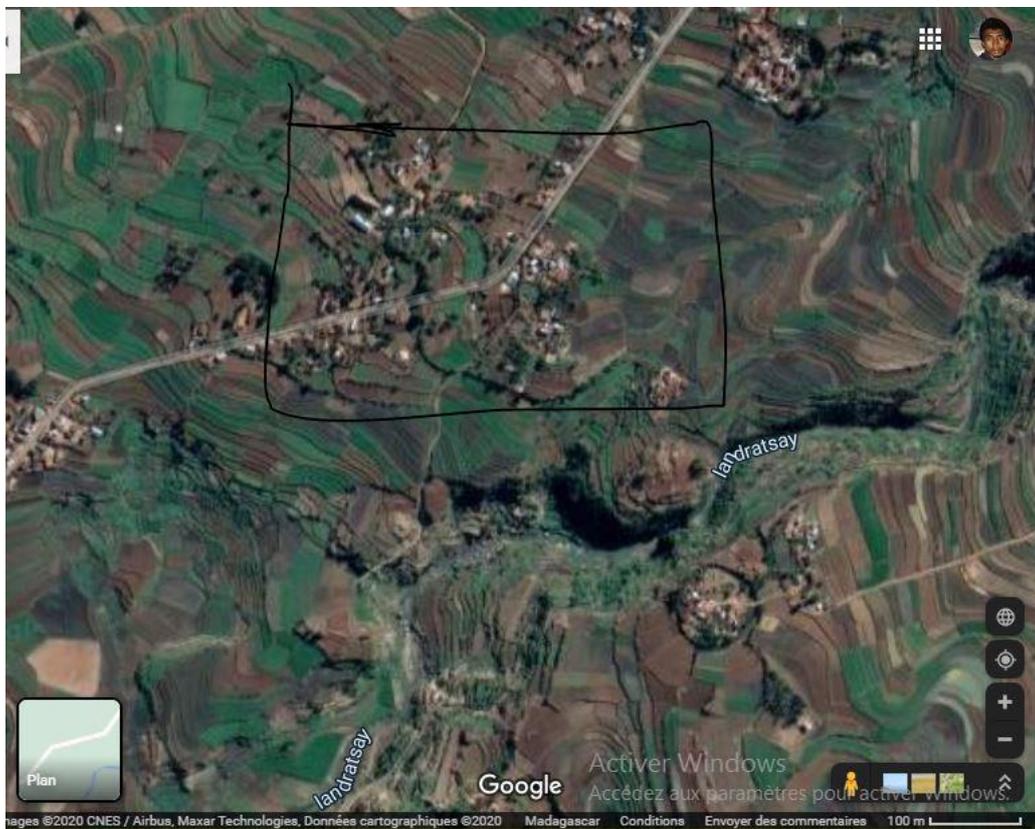


Figure 1: présentation de la zone d'étude

source : google maps

Chapitre II : Généralités sur l'hydroélectricité

II.1. Quelques définitions :

II.1.1. Hydroélectricité

L'hydroélectricité est une énergie électrique renouvelable qui est issue de la conversion de l'énergie hydraulique en électricité.

Les centrales hydrauliques utilisent l'énergie de l'eau stocker dans un lac de retenue par un barrage. Une conduite forcer situer en contre bas propulse l'eau sur les pales d'une turbine. Ensuite, l'eau remise dans le milieu naturel par un canal de fuite. La turbine entraine un alternateur qui produise à son tours une énergie électrique. Cette énergie est élevée par un transformateur pour son trajet vers la ligne à haute tension.

II.1.2. Barrage

Le barrage est un ouvrage d'art construit en travers d'un cours d'eau et destiné à en réguler le débit et /ou stocker de l'eau.

Toutes les centrales sont constituées d'une prise d'eau. Le barrage garantit la hauteur minimale et l'alimentation en eau permanente. Cette installation permet souvent la dérivation produit de débit vers la conduite forcée.

En plus, la prise d'eau est en générale protéger contre le débris par une grille équipier au système de, nettoyage automatique ou manuelle.

II.1.3. Conduite forcée

La conduite hydraulique est une suite de tuyau conduisant l'eau d'un lieu à une autre.

La conduite forcée est sous forme de conduite externe ou tunnel qui a pour rôle d'amener l'eau jusqu'à la turbine de la centrale. Elles sont fabriquées en matériaux synthétique à l'extérieur ou en métal suivant la pression de la chute.

II.1.4. Turbine

Une turbine est une machine tournante qui permet de transformer en énergie mécanique une partie de l'énergie total du vienne fluide ; ou gaz qui la traverse. Elle est constituée d'une roue

à aubes qui reçoit l'énergie de fluide sous forme de pression et d'énergie cinétique. La turbine peut être soit Moyer au sein de fluide dans une chambre d'eau soit situé à l'extrémité de conduite forcée.

II.1.5. Alternateur

Un alternateur est un appareil qui sert à transformer l'énergie mécanique de la turbine en énergie électrique, courant alternatif. Un alternateur est aussi appelé générateur de courant. La plupart sont des machines très puissantes en service dans la centrale hydroélectrique. Les forces électromotrice alternative sont produites par induction c'est-à-dire par déplacement relatif de circuit induit par rapport à un circuit inducteur.

II.2. Centrale hydraulique

II.2 1. Principe de fonctionnement des centrales hydrauliques :

L'eau accumulée dans les barrages ou dérivées par les prises d'eau, constitue une énergie potentielle disponible pour entraîner en rotation la turbine d'une génératrice.

L'énergie hydraulique se transforme alors en énergie mécanique.

Cette turbine accouplée mécaniquement à un alternateur l'entraîne en rotation afin de convertir l'énergie mécanique en Énergie électrique.

La puissance disponible résulte de la conjonction de deux facteurs [4]

- ➔ hauteur de la chute d'eau,
- ➔ débit de la chute d'eau.

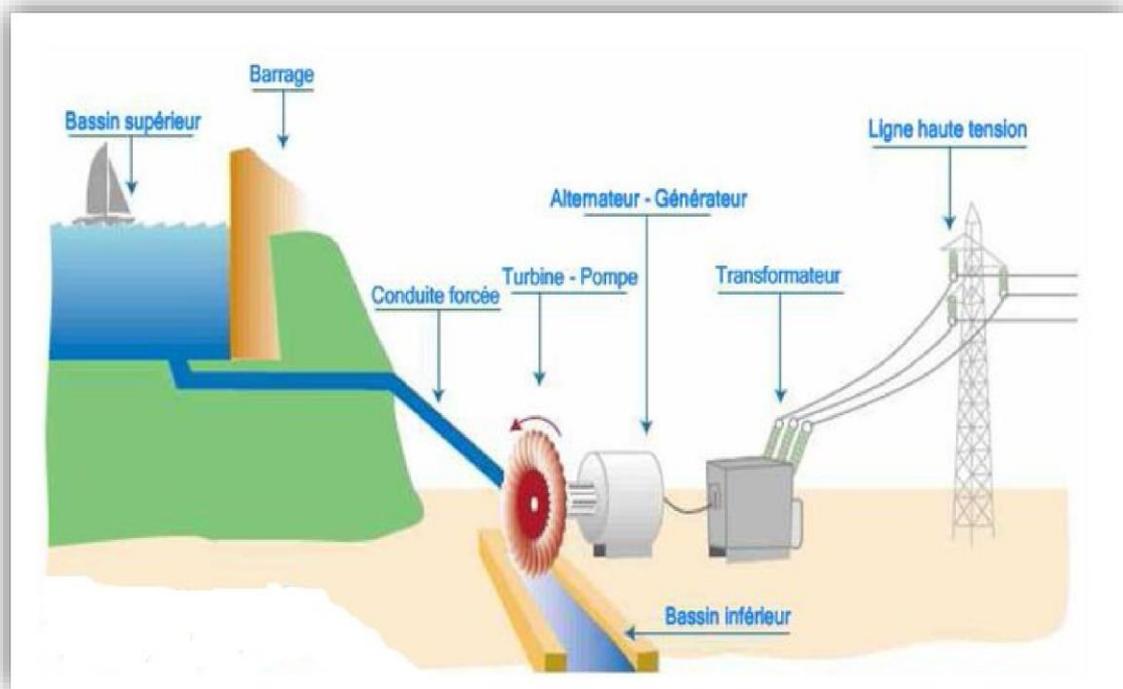


Figure 2: principe de fonctionnement des centrales hydroélectriques Source : google image

La figure si dessus montre la principe fonctionnement d'une centrale hydroélectrique

L'énergie cinétique de l'eau se transforme en énergie de pression dans la conduite forcée ; et cette énergie se transforme en énergie mécanique par la turbine et la turbine tourne un alternateur pour avoir l'énergie électrique

II.2 2. Différents types de centrales

Il y a deux types de centrales hydroélectriques :

- Les centrales au fil de l'eau
- Les centrales alimentées par un réservoir.

II.2 2 1 Centrale au fil de l'eau :

Il s'agit d'une centrale installée directement dans le lit de la rivière et qui ne possède pas de réservoir. Le débit turbiné correspond au débit naturel du cours d'eau. La puissance produite varie uniquement avec ce débit. La figure ci-dessous montre une centrale au fil de l'eau au Québec



Figure 3: Centrale de Beauharnois au Québec : Puissance 1660MW ; hauteur de chute 24m

Source : google image

II.2.2.2 Centrales alimentées par un réservoir :

Il s'agit d'une centrale alimentée par une retenue d'eau permettant un stockage d'eau saisonnier ou interannuel. Le réservoir permet de moduler le débit d'eau et offre donc une souplesse pour répondre aux variations de la demande d'électricité. L'image si dessous représente le fonctionnement de la centrale alimentée par un réservoir (fig. 4)

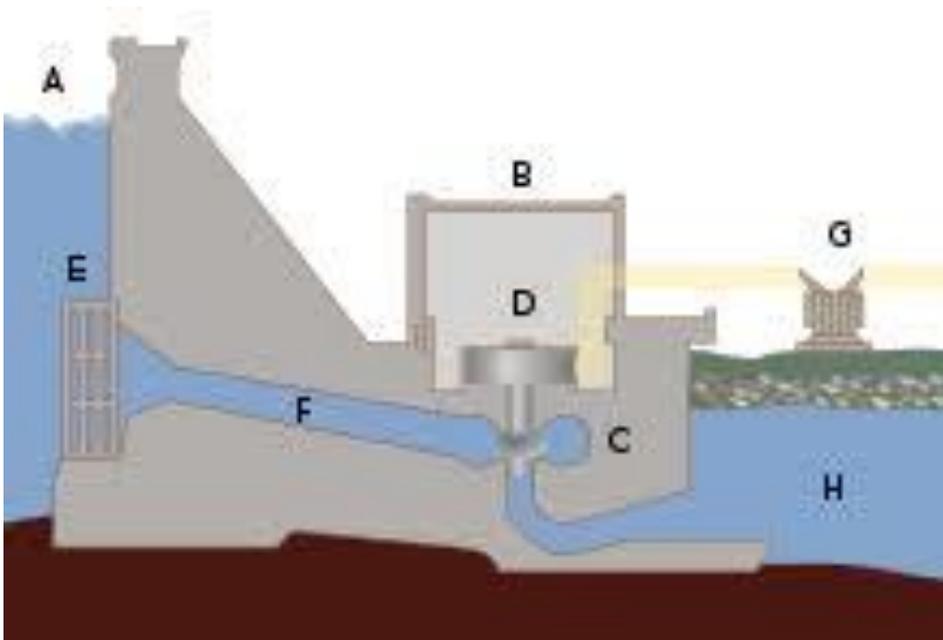


Figure 4: centrale alimentée par un réservoir

source : google image

Dans cette image :

A : représente le bassin en amont

B : représente la centrale

C : représente la turbine

D : représente le générateur électrique

E : représente le dégrilleur

F : représente la conduite forcée

G : représente le transformateur

H : représente le bassin en aval

II.3 3. Taille des centrales :

La classification se fait aussi par quantité d'électricité produite.

Tableau 1: *classification des centrales d'après leur puissance*

Centrales	Puissance (MW)
Grande	$P > 10$
Petite Moyenne	$10 > P > 1$
Mini petite	$1 > P > 0,001$
Micro	$P < 0,001$

Source : auteur

II.6. Barrage et conduite d'eau

II.6.1. Barrage

Un barrage est un ouvrage d'art construit en travers d'un cours d'eau et destiné à en réguler le débit et/ou à stocker de l'eau. Il existe plusieurs types de barrage

II.6. 2.. Les types des barrages

II.6.2.1 Les barrages poids

Un barrage poids (Fig. 5) est un barrage dont la propre masse suffit à s'opposer à la pression exercée par l'eau. Ce sont des barrages souvent relativement épais, dont la forme est généralement simple « leur section s'apparente dans la plupart des cas à un triangle rectangle ». On compte deux grandes familles de barrages poids, les barrages poids-béton, et les barrages en remblais (ces derniers n'étant d'ailleurs généralement pas qualifiés de barrage-poids, mais de barrage en remblais).

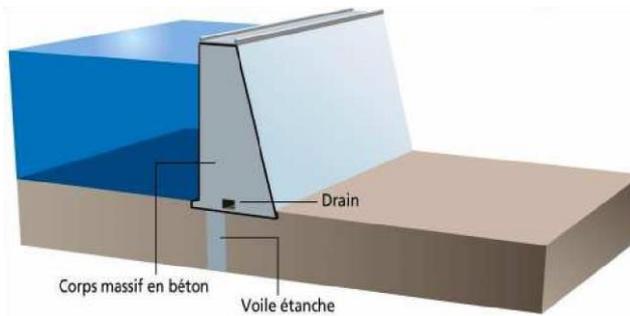


Figure 5: Barrage poids

source : google image

II.6.2.2 Les barrages voûtes

La poussée de l'eau est reportée sur les flancs de la vallée au moyen d'un mur de béton arqué horizontalement, et parfois verticalement « on la qualifie alors de voûte à double courbure ».

La technique de barrage voûte (Fig. 6) nécessite une vallée plutôt étroite (même si des barrages voûtes ont été parfois construits dans des vallées assez larges, poussant cette technologie à ses limites) et un bon rocher de fondation. Même lorsque ces conditions sont réunies, le barrage-voûte est aujourd'hui souvent concurrencé par les barrages poids en béton ou le barrage en enrochements, dont la mise en œuvre peut être davantage mécanisée.

En raison du relativement faible volume de matériaux nécessaires, c'est évidemment une technique très satisfaisante économiquement.

On rencontre aussi des barrages avec plusieurs voûtes comme le barrage de l'Hongrin en Suisse.

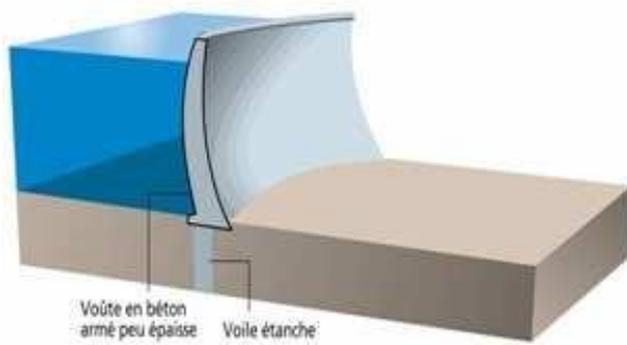


Figure 6: Barrage voûte

source : google image

II.6.2.3. Les barrages à contreforts :

Ils sont constitués d'une série de murs « les contreforts » construits dans la vallée parallèlement à l'axe de la rivière, l'espace entre les contreforts étant bouché par une dalle en béton, une voûte...

Lorsque les appuis sont trop distants, ou lorsque le matériau local est tellement compact qu'une extraction s'avère presque impossible, la technique du barrage à contreforts permet de réaliser un barrage à grande économie de matériaux.

Le mur plat ou multi voûtes en béton s'appuie sur des contreforts en béton armé encastrés dans la fondation, qui reportent la poussée de l'eau sur les fondations inférieures et sur les rives.

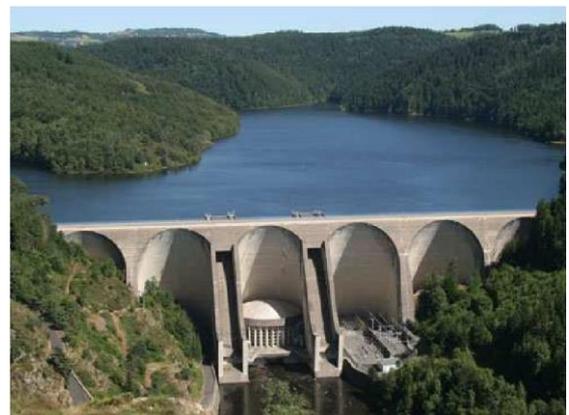
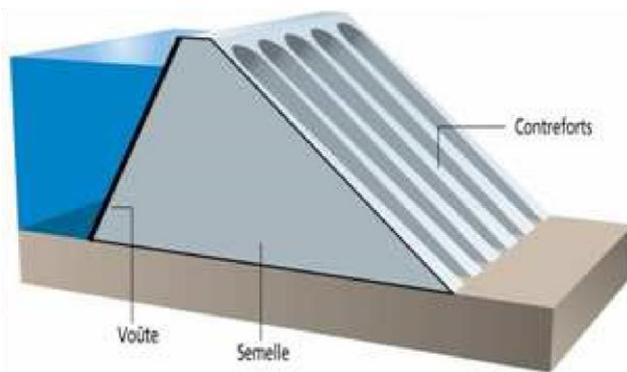


Figure 7: Barrage à contreforts

source : google image

II.6.3. L'utilisation des barrages

Les barrages peuvent être construits pour plusieurs objectifs :

- Produire de l'électricité à partir d'une énergie renouvelable, celle de l'eau, avec des usines hydroélectriques accolées au barrage ou situées plus bas dans la vallée et alimentées par des conduites forcées.
- Créer des réserves d'eau pour l'alimentation en eau potable des villes. L'eau peut également être nécessaire pour des besoins industriels.
- Irriguer des zones agricoles ayant de gros besoins en eau lors des périodes sèches,
- Maintenir dans les rivières un débit minimum suffisant lors des étiages, pour assurer à la fois une qualité écologique satisfaisante des rivières et permettre les prélèvements par pompage à l'aval (pour des besoins d'alimentation en eau, d'irrigation...).
- Réduire l'effet des crues en retardant l'eau grâce au stockage dans la retenue qui se remplit pour la relâcher après le passage de la crue.

Certains de ces objectifs peuvent être complémentaires sur un même ouvrage. D'autres sont, a priori, : il est, par exemple, impossible d'avoir en même temps une retenue pleine pour fournir une réserve d'eau potable mais aussi une retenue vide pour limiter au maximum l'impact des crues.

II.6.4 la conduite d'eau opposés

Les conduites forcées ont pour fonction de transférer l'eau depuis les ouvrages d'amenée (galeries, canaux, ...) jusqu'aux installations qui permettent de convertir l'énergie hydraulique en énergie électrique (turbines d'une usine hydro-électrique). Les ouvrages d'amenée peuvent provenir d'une retenue d'eau (lac, barrage). Ils peuvent être soit à ciel ouvert (canaux), soit être des galeries fermées avec ou sans surface libre (quand l'eau emplit entièrement la galerie on dit que la galerie est en charge).[5]

L'installation hydroélectrique est située plus bas que la retenue à laquelle se raccorde la conduite forcée. L'usine hydraulique supporte donc une pression qui est de l'ordre de la hauteur de chute, mais les effets de perte de charge réduisent cette valeur. Les conduites forcées suivent la forme des reliefs : pentes, obstacles, franchissement de ravins, etc. : elles sont donc formées de tronçons présentant des singularités où les pressions hydrodynamiques locales prennent des valeurs élevées

II.6.4.1 Écoulement dans la conduite

- **Écoulement en charge régime permanent**

La description utilisée est celle des *écoulements dits filaires*. Un écoulement est filaire s'il répond à certains critères que l'observation valide a posteriori :

- Le liquide est confiné entre des parois, soit fermées (cas des conduites ou des galeries), soit ouvertes (cas des canaux, rivières) ;
- Les parois jouent un rôle prépondérant dans le régime d'écoulement (frottements, perte de charge);
- L'écoulement s'effectue dans une direction privilégiée et les lignes de courant sont parallèles aux parois suivant cette direction ;

On peut définir une section droite de la conduite ou du canal, et en chaque section l'état dynamique de l'écoulement peut être défini par la vitesse moyenne U (orientée suivant la direction privilégiée) et la pression P , et plus précisément la charge spécifique H_s

- **Écoulements en charge en régime non permanent**

Les principaux régimes non permanents qui peuvent s'installer dans une conduite forcée sont les « *coups de bélier* » consécutifs à des variations brusques de débit (dus par exemple à une diminution rapide de la section de passage lors de la fermeture d'une vanne en aval). On montre qu'un système d'ondes de compression s'installe, dont la vitesse de propagation est liée à la vitesse du son dans l'eau et aux propriétés mécaniques des parois de la conduite. Les efforts qui en résultent sur les parois peuvent alors être très importants jusqu'au point de présenter un risque de détérioration.

Pour s'en prémunir, la centrale dispose alors toujours, entre l'entrée de la conduite et l'ouvrage d'amenée, un système anti-bélier qui est, dans la plupart des cas, une cheminée d'équilibre : celle-ci absorbe les ondes de compression qu'elle convertit en oscillations en masse de longue période.

II.7. La turbine

C'est un dispositif muni d'ailettes, de pale ou d'aubes (dont l'ensemble s'appelle aubage), au quelle un fluide imprime un mouvement de rotation transmise à un mécanisme par l'intermédiaire d'un arbre placé au centre de dispositif.

Une turbine est destinée à produire une énergie mécanique à partir d'une énergie cinétique d'un fluide (eau, vapeur, gaz).

Le courant de fluide à énergie élevée perd progressivement son énergie cinétique lors de son passage sur des ailettes qui sont ainsi mise en rotation à grande vitesse.

Les turbines sont utilisées pour produire de l'énergie électrique dans des centrales hydroélectriques, des centrales thermiques à gaz ou à vapeur, mais aussi pour propulser des véhicules (navire, avions, hélicoptères).

Il existe deux types de turbine :

Les turbines axiales, dans lesquelles l'écoulement du fluide est en gros, en parallèle à l'axe de rotation de la roue,

Les turbines radiales (généralement centripète), dans lesquelles le fluide se dirige tangentiellement, l'atteignant à sa périphérie et le quittant près de son centre.

Et ils se divisent également en deux groupes :

Les turbines à action, dans lesquelles le fluide, à son entrée dans la roue, a subi une détente quasi complète et n'apporte que de l'énergie cinétique.

Dans **la turbine à réaction**, au contraire, le fluide est encore sous pression lors de son entrée dans la roue, à laquelle il apporte à la fois de l'énergie cinétique et de l'énergie de pression, et il se détend à son passage à travers celle-ci.[6]

II.7.1 La turbine hydraulique

Héritière des antiques moulins à aubes, les turbines hydrauliques apparurent au cours du XIX^e siècle (les noms de Smeaton, Francis, Pelton sont attachés aux principales découvertes techniques). Elles permettent aujourd'hui d'obtenir des puissances unitaires très élevée (de l'ordre de 200 000 KW avec une roue Pelton et atteignant 500 000 KW avec une roue Francis), ainsi que des rendement énergétiques dépassant 90 [6]

Une turbine hydraulique est une machine tournante, constituée principalement d'une roue à aubes, qui reçoit l'énergie d'un fluide, sous forme d'énergie de pression ou d'énergie cinétique et qui la transforme en énergie mécanique directement utilisable sur un arbre en rotation.

Le rendement des turbines se situe généralement entre 60et80% ; il croit avec la taille des roues.

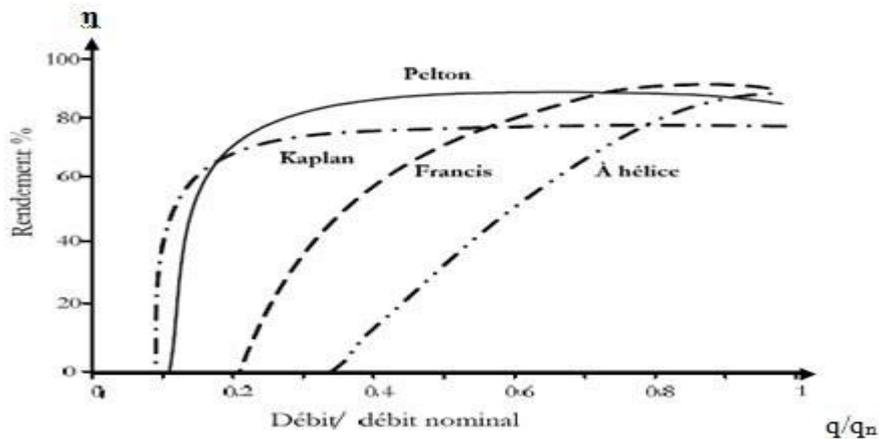


Figure 8: Rendements relatifs des turbines hydrauliques pour débits variables.

Deux catégories principales de turbines se distinguent :

- Celles utilisées dans les centrales à hauteur de chute faible ou moyenne sont généralement du type (à réaction), comme les turbines Francis et les turbines à hélice à pales fixes et variables (Kaplan).
- Les turbines dites « à action » tel que la turbine Pelton, Banki et cross flow qui sont utilisées pour les hautes chutes.

II.7.2-Principe de fonctionnement des turbines à réaction :

L'eau sous pression induit une force sur la face des aubes de la roue. Au fur et à mesure que l'eau traverse la turbine, la pression diminue, transformée en énergie mécanique de rotation et transmise au générateur par l'arbre de transmission. La roue de la turbine est complètement immergée et son bâti doit être capable de supporter la pression de service. Les turbines fonctionnant de cette manière sont appelées (turbines à réaction). Les turbines 'Francis', 'Kaplan' et 'à hélices' appartiennent à cette catégorie.

Une turbine à réaction utilise à la fois la vitesse de l'eau (énergie cinétique) et une différence de pression (énergie de pression).

Deux principes sont à la base de fonctionnement d'une turbine à réaction :

- La création d'un tourbillon au moyen d'une bêche spirale, d'aubages du distributeur ou les deux à la fois
- La récupération du mouvement circulaire du tourbillon par les pales d'une roue en rotation qui devient les filets d'eau pour leur donner une direction parallèle à l'axe de rotation.[7]

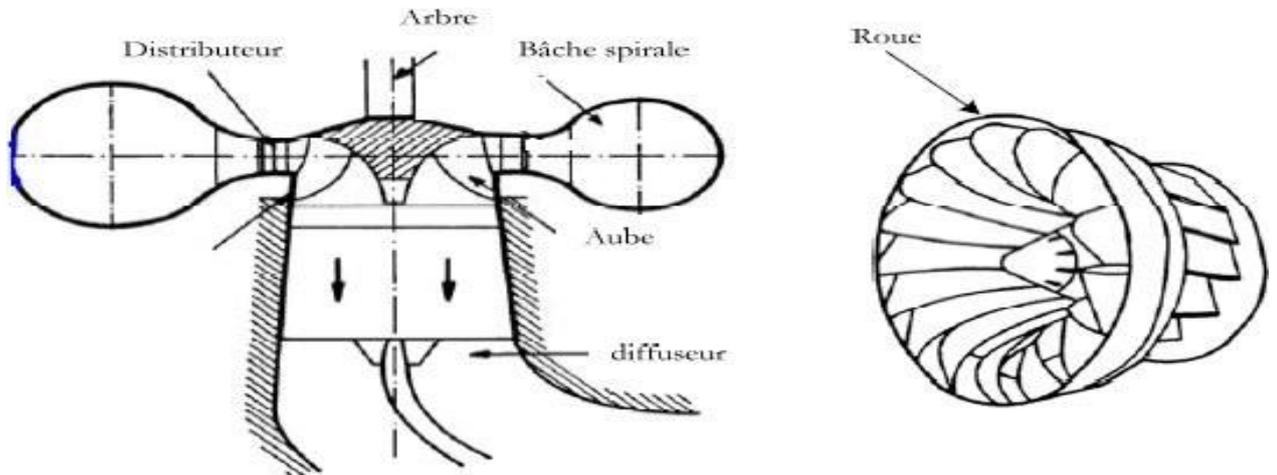


Figure 9: Schéma représentatif de la turbine Francis

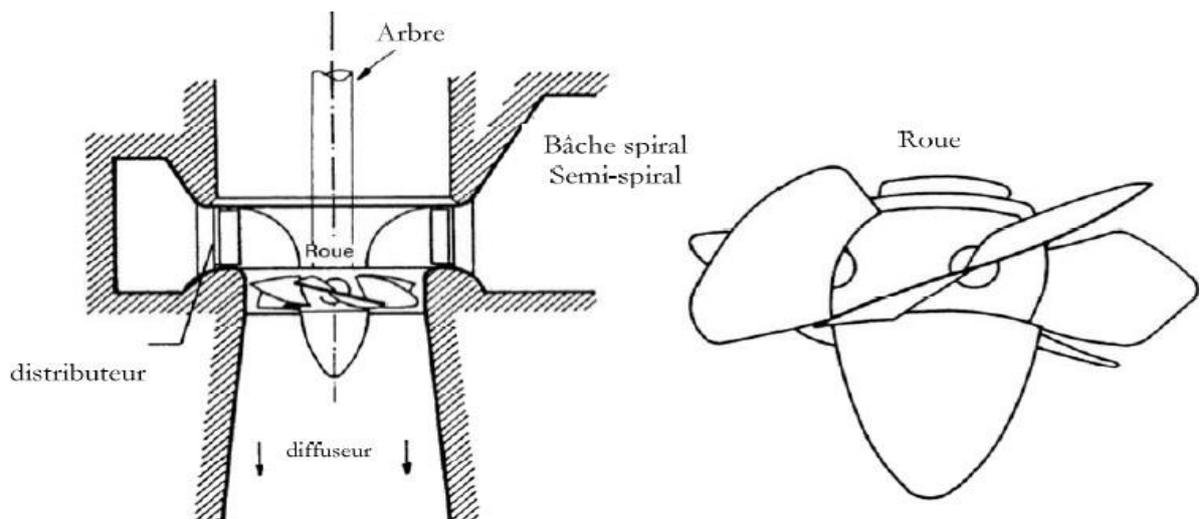


Figure 10: Schéma représentatif de la turbine Kaplan ou à hélices

II.7.3. Principe de fonctionnement des turbines à action :

La pression de l'eau est entièrement convertie en énergie cinétique avant d'entrer en contact avec la roue et de lui transmettre son énergie. L'énergie cinétique est véhiculée par un jet à haute vitesse s'écoulant dans ces augets, montés sur la périphérie de la roue. Les turbines qui fonctionnent de cette manière sont appelées (turbines à action). La plus efficace et la plus utilisée est la turbine (Pelton).

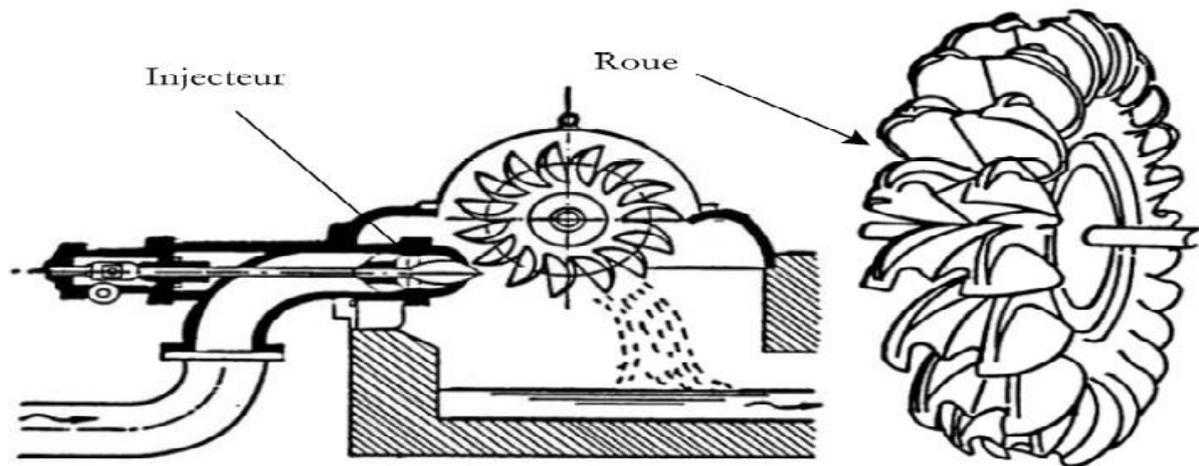


Figure 11 : Schéma représentatif de la turbine Pelton

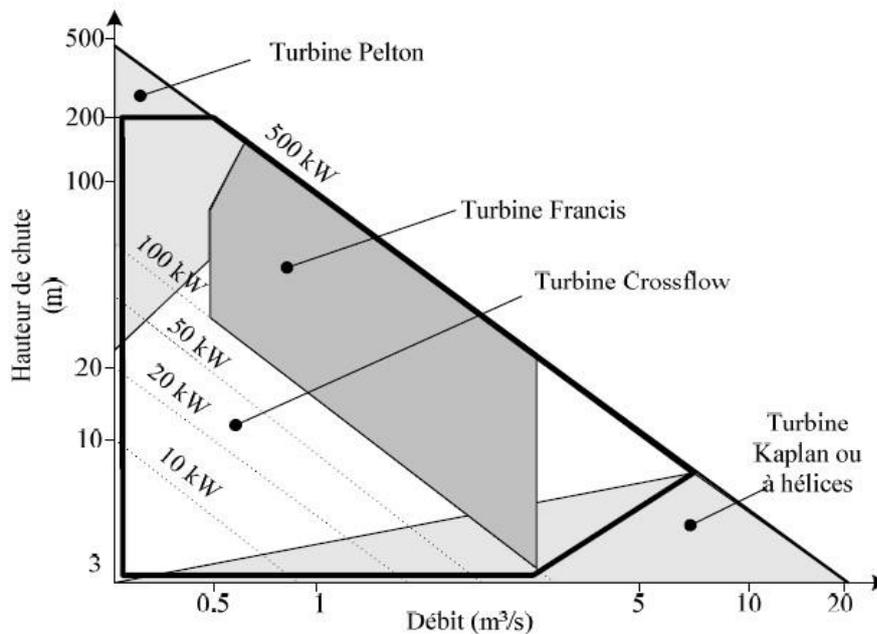
II-7.4-Choix d'une turbine pour une application :

Les turbines utilisées dans les installations à hauteur de chute élevée sont généralement appelées turbines à impulsion. La famille des turbines à impulsion comprend : les turbines Pelton, Turgo, Banki-michell et les turbines à impulsion radiale. Les pales de ces turbines à impulsion recueillent l'énergie d'un jet d'eau à haute vitesse puis finissent leur course dans l'air.

Les petites turbines hydrauliques peuvent atteindre des rendements d'environ 90 %. On veillera à choisir la meilleure turbine pour chaque application, étant donné que certaines donnent un bon rendement que dans une plage limitée de débits (ex. : les turbines à hélice à pales fixes).

Pour la plupart des petites centrales au fil de l'eau où le débit varie considérablement, il est préférable de faire appel à des turbines qui donnent un bon rendement dans une vaste gamme de débits (ex. : Kaplan, Turgo et à écoulement transversal). On peut également utiliser plusieurs turbines qui fonctionnent dans une plage limitée de débits et à vitesse variable pour s'adapter aux variations du débit.[7]

II .7.4 choix de la turbine hydraulique pour les microcentrales



*Figure 12: Choix des turbines hydrauliques pour les microcentrales hydroélectriques
source : google image*

Interprétations

Le choix de la turbine dépend du rapport de débit et de hauteur de chute d'eau :

- $3 \leq H \leq 10$; $0 < Q \leq 20$: turbine Kaplan ou à hélices
- $3 \leq H \leq 25$; $0 < Q < 10$: turbine cross flow
- $20 < H < 200$; $0,5 \leq Q < 5$: turbine Francis
- $20 < H < 200$; $0 < Q \leq 1$: turbine Pelton

II.9. Alternateur

I -1. Introduction

Le terme de machine synchrone regroupe toutes les machines dont la vitesse de rotation de l'arbre de sortie est égale à la vitesse de rotation du champ tournant. Pour obtenir un tel fonctionnement, le champ magnétique rotorique est généré soit par des aimants, soit par un circuit d'excitation. La position du champ magnétique rotorique est alors fixe par rapport au rotor, ce qui impose en fonctionnement normal une vitesse de rotation identique entre le rotor et le champ tournant statorique. Cette famille de machine regroupe en fait plusieurs sous familles, qui vont de l'alternateur de plusieurs centaines de mégawatts au moteur de quelques watts, en passant par les moteurs pas à pas. Néanmoins, la structure de toutes ces machines est relativement proche.

Le stator est généralement constitué de trois enroulements triphasés répartis, tel que les forces électromotrices générées par la rotation du champ rotorique soient sinusoïdales ou trapézoïdales. Les stators, notamment en forte puissance, sont identiques à ceux d'une machine asynchrone (voir ci-contre).

Il existe trois grandes familles de rotor, ayant pour rôle de générer le champ d'induction rotorique. Les rotors bobinés à pôles lisses, les rotors bobinés à pôles saillants ainsi que les rotors à aimants : [8]

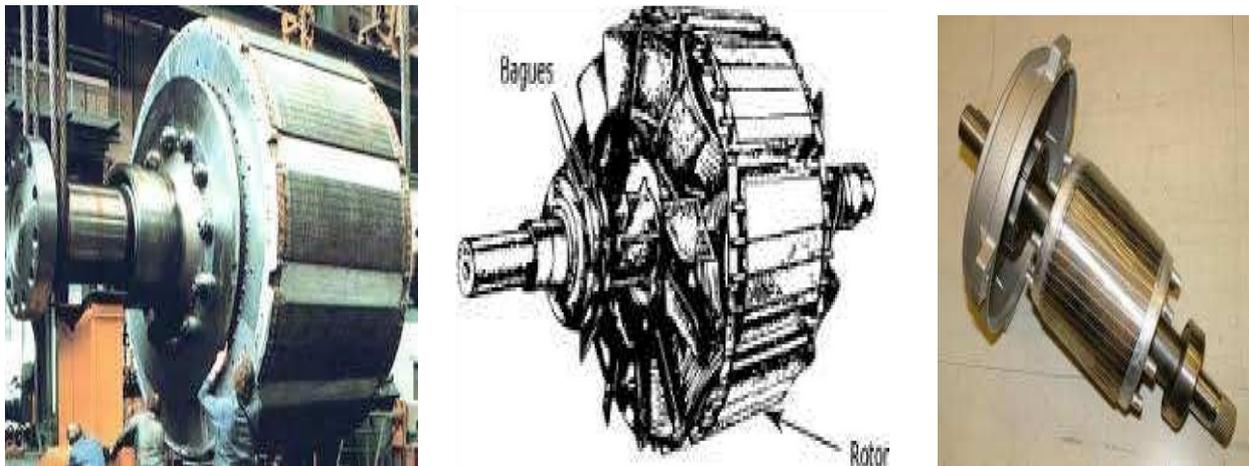


Figure 13: Les trois grandes familles de rotor de l'alternateur

Source : Google

a) - Rotor à pôles lisses

b) - Rotor à pôles saillants

c) - Rotor à aimants

I -2. Démarrage des moteurs synchrones

Brancher un moteur synchrone triphasé sur le réseau est une opération assez délicate. Il faut, en effet, réaliser les mêmes conditions préalables suivantes :

- Amener l'inducteur à tourner au synchronisme
- Régler la f. c. é. m. du moteur à peu près à la valeur de la tension du réseau
- S'assurer que la tension du réseau et celle de la machine sont en concordance de phase
- Vérifier que les phases de la ligne et du moteur sont disposées dans le même ordre.

I -3. Mise au synchronisme

Si l'on dispose de courant continu, on entraîne l'alternateur par l'excitatrice fonctionnant comme moteur. On utilise parfois un moteur asynchrone spécial pour la mise en vitesse du moteur synchrone.

On peut aussi, avec un auto - transformateur pour limiter l'intensité prise au réseau, démarrer le moteur en asynchrone. Les circuits amortisseurs ou les pièces polaires pleines de l'inducteur jouent le rôle de cage d'écureuil.

Intérêt :

- Convertie de la puissance mécanique. En puissance électrique.
- Principe simple et rendement très important.
- Peut être intégré dans des systèmes embarqués et dans des installations de puissance
- Sa taille est négligeable par rapport à la puissance délivrée

Ex : un alternateur de centrale = plusieurs dizaines de KW pour un diamètre de plusieurs dizaines de mètre

- L'alternateur est la base de presque toute la production d'énergie électrique mondiale
[8]

I -5. Technologie de l'alternateur synchrone

I -5-1. Les circuits électriques

a. Le rotor est l'inducteur :

C'est lui que va absorber la puissance mécanique. Le rotor-inducteur de l'alternateur peut être constitué par un aimant permanent (rotor brushless). Le rotor-inducteur peut aussi être constitué d'un bobinage que l'on fait parcourir par un courant continu (rotor bobiné). Cependant, ce dernier doit être alimenté en courant durant son mouvement : il sera donc confronté au problème des balais et du collecteur. Ainsi, le cas de l'alternateur brushless correspondra à une simplification de ce cas général.

- le courant inducteur = courant d'excitation
- Par son principe de fonctionnement le rotor-inducteur est aussi appelé roue polaire

b. Le stator est l'induit :

Il produit la puissance électrique. Il est constitué de 3 bobinages décalés de 120° , afin de créer des f.é.m. ayant ce même décalage

Pour améliorer le fonctionnement du stator il suffit de mettre 2 bobinages par phase : cela permet de profiter au maximum du champ magnétique. Et d'augmenter ainsi le rendement de conversion (sans changer les fréquences des f.é.m.). Si l'un des 2 bobinages induits = pôle nord pour le rotor alors l'autre présente le pôle sud : paire de pôle [8]

Remarque

Les champs induits tournent dans le stator à la même vitesse que le rotor. C'est pour cela que l'alternateur est dit synchrone

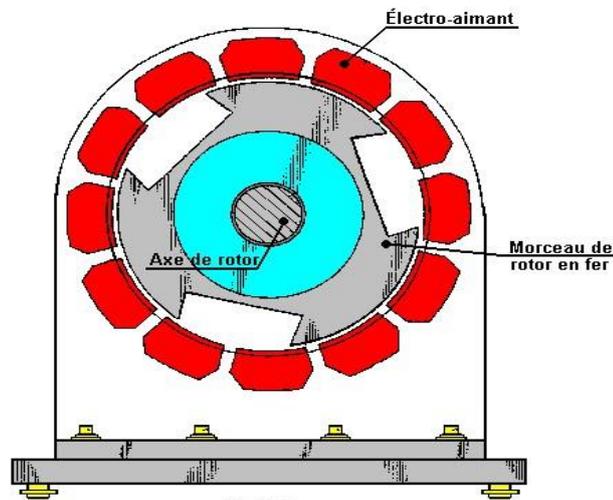


Figure 14.: Illustration représentative d'un alternateur

Chapitre III : L'hydroélectricité à Madagascar

Madagascar bénéficie d'une ressource hydroélectrique importante localisée principalement dans les régions Centre, Nord-Ouest, Nord et Est du pays, à l'exception du Sud où les sites potentiels sont rares et le débit des rivières irréguliers. Les sites hydroélectriques sont souvent identifiés à partir des documents divers, cartes, photos aériennes et par conséquent les informations disponibles sont insuffisantes. [9]

Le potentiel hydraulique recensé estimé du pays est de l'ordre de 8 000 MW réparti sur toute l'île, mais seulement moins de 165 MW sont exploités. Cette puissance est essentiellement répartie sur les réseaux interconnectés de Toamasina, d'Antananarivo et de Fianarantsoa. La plus importante centrale hydroélectrique du pays est la centrale d'Andekaleka équipée de deux turbines de 29 MW chacune et d'une troisième unité de 31 MW.

La puissance installée totale en production d'électricité est de 506 MW ($\text{MW} = 10^6$ watts) dont :

- 165 MW attribué à des sources hydroélectriques ;
- 341 MW produite par des centrales d'énergie conventionnelle (à base d'hydrocarbure) ;
- 27 kW produite par de l'énergie solaire ;
- 157 kW produite par de l'énergie éolienne et 40 kW produite par biomasse.

En termes de production d'électricité, la part de l'hydroélectricité est estimée à 55,95% de la production totale d'énergie à Madagascar dont son évolution est présentée par la figure si dessous [10]

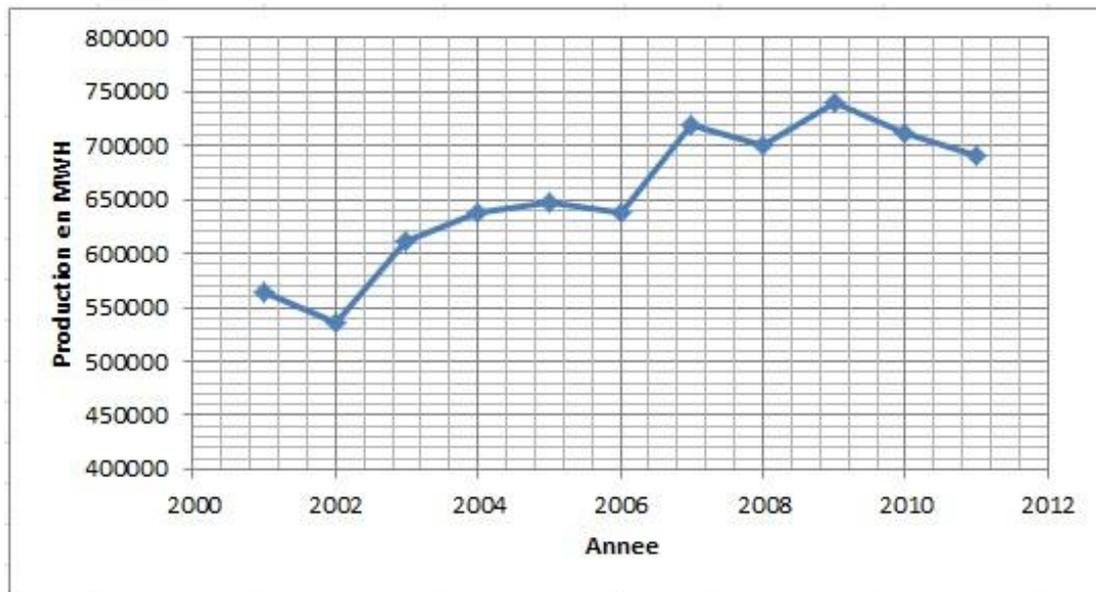


Figure 15 : Evolution de la production en Electricité des centrales hydrauliques. (JIRAMA, 2012)

Confrontée à la crise pétrolière mondiale dans un contexte d'insuffisance d'investissement direct étranger dans le secteur Energie et le sous-secteur Electricité en particulier, à l'égard des fortes potentialités hydrauliques du pays, l'hydroélectricité regagne actuellement d'intérêt et la Politique Générale de l'Etat donne priorité à son développement :

- Remplacement progressive des centrales thermique fonctionnant sur produits pétroliers importés à 100% ;
- Valorisation des ressources locales moins polluantes ;

Production d'énergie électrique à moindre coût.

2^e PARTIE :
METHODOLOGIE DES
RECHERCHES

Chapitre 1 : matériels :

I Ressources hydrauliques

L'eau possède une énergie considérable qui pourrait être transformée pour le confort de l'homme. L'énergie hydraulique a joué dans le passé un rôle essentiel dans le développement industriel de nombreux pays.

I.1 Cycle de l'eau

Au niveau de la ressource, l'hydroélectricité est basée sur l'exploitation de flux naturels d'énergie : le cycle de l'eau. Ce cycle est gouverné par plusieurs paramètres dont le rayonnement solaire. Ce cycle est représenté par la figure 16.

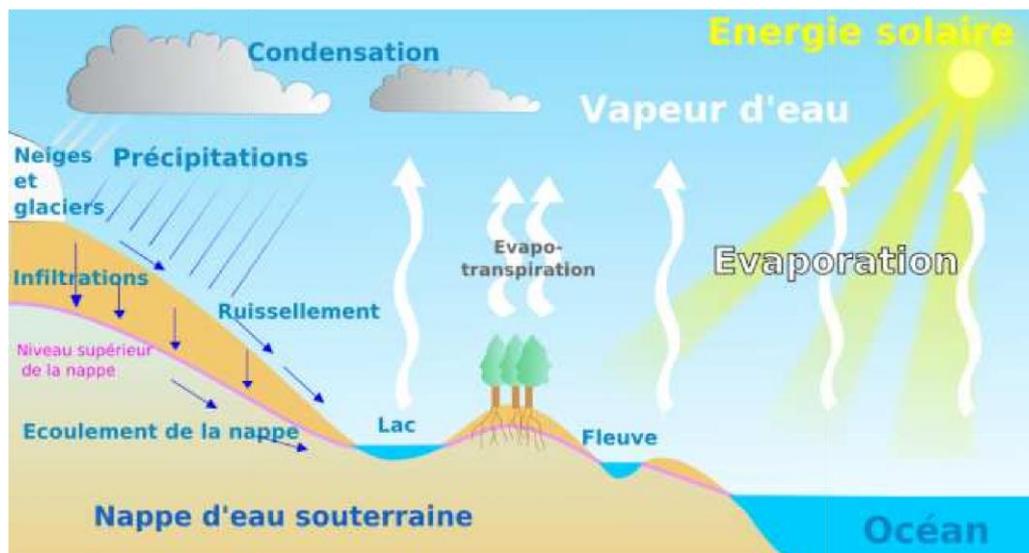


Figure 16 : Représentation image du cycle de l'eau

Source : auteur

L'hydroélectricité utilise plus précisément l'écoulement de l'eau entre l'arrivée à Terre des précipitations (pluies et/ou neige) et le retour de l'eau à la mer.

I.2 Débit

Un des paramètres importants pour l'hydroélectricité est le débit volumique de l'écoulement. Il conditionne la puissance d'une centrale hydroélectrique et sa rentabilité. En réalité, le débit n'est pas constant dans le temps ; il est soumis à des variations saisonnières systématiques et à des variations interannuelles qui dépendent à la fois des précipitations et des

caractéristiques du bassin versant, c'est-à-dire de la zone géographique recevant les précipitations qui alimentent le cours d'eau. Pour caractériser l'hydrologie d'un site hydroélectrique, il faut disposer plusieurs années d'enregistrement des débits. Il y a plusieurs types de débits qu'on doit prendre en compte pour l'estimation du potentiel hydraulique d'un site, à savoir :

- Le débit moyen annuel ou « module » (Q_{module}) qui est déterminé à partir d'un relevé du débit de l'eau pour au moins cinq années successives.
- Le débit d'équipement ($Q_{\text{équipement}}$) est le débit maximum que peuvent turbiner les équipements de la centrale. Ce débit est mesuré pendant la saison de pluie
- Le débit nominal, qui permet à la centrale de produire sa puissance nominale.
- Le débit réservé qui représente le débit minimal qui doit s'écouler dans le lit du cours d'eau pour garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces. C'est le débit pendant la période d'étiage.

II. Puissance et Energie

II.1 Puissance hydraulique

La puissance hydraulique naturellement disponible sur un site dépend de la hauteur de chute et le débit d'eau traversant l'installation, elle est donnée par la formule :

$$P_h = Q_v \cdot \rho \cdot g \cdot h$$

où : P_h : la puissance hydraulique en [W] ou plus souvent exprimé en [kW]

Q_v : le débit volumique de l'eau [m^3/s]

ρ : la masse volumique de l'eau, qui vaut $\rho=1000\text{kg}/\text{m}^3$

h : la hauteur de la chute [m]

g : l'accélération de la pesanteur [m/s^2] égale à $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$

II.2 Puissance électrique

La puissance électrique récupérée dans une centrale hydraulique est donnée

Par

$$PE = \eta_{tg} \cdot Qv \cdot \rho \cdot g \cdot h$$

où : η_{tg} représente le rendement de l'ensemble turbine-générateur, variant de 0,5 à 0,9.

La puissance électrique est minorée par la valeur du rendement global du système. Ce rendement global dépend non seulement du rendement propre de la turbine-alternateur mais aussi des pertes de puissance indésirables comme les pertes de charge du fluide

II.3 Hauteur brute, hauteur nette de chute et perte de charge

La hauteur de chute brute s'évalue en calculant la différence d'altitude entre le niveau d'eau en amont et le niveau d'eau en aval du canal de fuite autour du diffuseur. Tandis que la hauteur de chute nette s'évalue en calculant la différence d'altitude restante, quand le moteur hydraulique est en marche, entre le niveau d'eau amont à l'entrée du moteur et le niveau d'eau aval autour du diffuseur. La chute nette représente donc la chute effective mise à la disposition de la turbine. Pour les turbines à action, la chute nette est transformée intégralement en énergie cinétique. Tandis que pour les turbines à réaction, elle se réduit à sa composante en énergie potentielle.

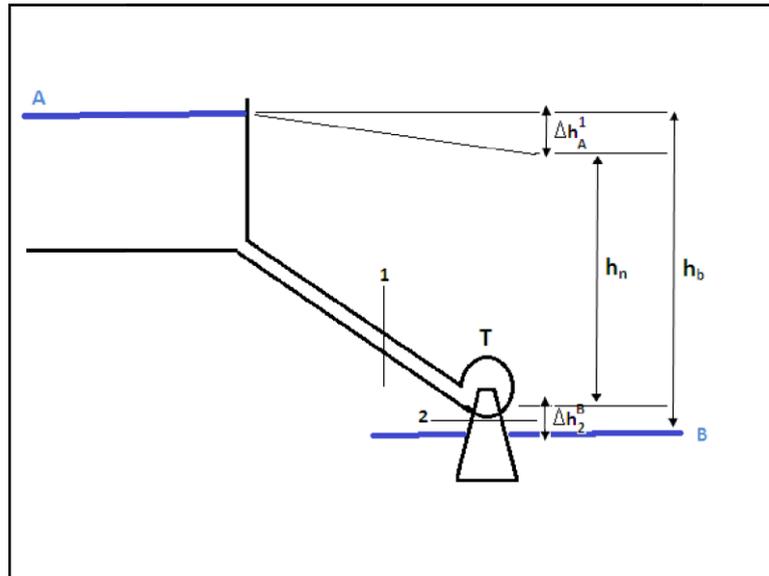


Figure 17: Illustration schématique des hauteurs

source : auteur

Dans ce schéma, **T** représente la turbine, **h_n** la hauteur nette, **h_b** la hauteur brute et **Δh₁** et **Δh₂** sont les pertes de charge. L'énergie potentielle entre le niveau A et B de l'eau est transformée en :

- Énergie mécanique dans la turbine,
- Chaleur par les pertes de charge dans la conduite

D'après la figure 16, entre A et B, on obtient :

$$H_b = Z_A - Z_B = h_n + \Delta h$$

où **Δh** est la somme des pertes de charges de la conduite entre A et 1 et entre 2 et B, car toute fluide s'écoulant le long d'une canalisation perd une partie d'énergie par frottement visqueux par unité de masse qui passe.

La puissance nette fournie à la turbine est donc :

$$P = \eta \cdot \rho \cdot qv \cdot g \cdot h_n$$

où **h_n** la hauteur nette de la chute, le produit **ρ.g** représente le poids volumique du fluide, **qv** le débit volumique et **η** : rendement globale.

III. Les éléments constitutifs des centrales hydroélectriques

III.1. Les ouvrages de génie civil

a. Barrage de dérivation

Cet ouvrage de prise a pour rôle de diriger l'eau dans un canal, un tunnel, une conduite forcée ou une entrée de turbine. Il est construit en enrochements, en gabions, en terre, en maçonnerie ou en béton. Aussi, Il peut accroître la hauteur de la chute ou crée une réserve d'énergie malléable sur une courte durée. On dérive la quantité d'eau nécessaire pour que la turbine reçoive le débit d'eau requis pour son fonctionnement



Figure 18: barrage *source : auteur*

b. Canal d'amenée

Le canal d'amenée, qui peut être en terre ou bétonné, a pour rôle d'amener l'eau à l'endroit où elle est utilisée, mais sans la mettre sous pression, c'est la différence essentielle entre une conduite forcée et un canal. Il peut être à ciel ouvert ou dans une canalisation. Le canal est muni d'une grille, qui retient les corps solides charriés par le cours d'eau.



Figure 19: canal d'amenée

source : auteur

c. Grilles, dégrilleurs, dessableurs

La grille sert à protéger la turbine contre les corps charriés par la rivière ou des débris qui pourraient l'endommager ; le nettoyage peut se faire manuellement ou par l'intermédiaire d'un dégrilleur de conception simple. Un dessableur permet aux particules fines de se déposer avant l'entrée dans l'installation.



Figure 20: grille de protection

source : auteur

d. Conduite forcée

Les conduites forcées amènent l'eau sous pression jusqu'à la turbine. Ce sont un assemblage de tuyaux, fixés ou enterrés, généralement en acier ou en polyéthylène. Les pertes de charges dans cette conduite sont liées à la vitesse d'écoulement de l'eau, la rugosité de la conduite, sa longueur et son diamètre.



Figure 21: conduite forcée

source : auteur

e. Centrale

La centrale est un bâtiment qui contient un ou plusieurs turbines et la plupart des équipements mécaniques et électriques. La centrale est construite en béton et autres matériaux locaux. Afin de limiter les coûts, il est souvent mis l'accent sur une conception simple, pratique et facile de construction et d'entretien. Le bâtiment abrite toutes les installations de production et les tableaux de commande qui peuvent être contrôlés sur place ou pilotés à distance.



Figure 22: la centrale

source : auteur

III.2. Les équipements de production

a. La turbine

Une turbine est une machine tournante équipée de pales, d'ailettes ou d'aubes qui transforme l'énergie cinétique d'un cours d'eau et l'énergie potentielle d'une chute d'eau en énergie mécanique disponible recueillie sur l'arbre placé au centre du dispositif et transmise au générateur de courant.



Figure 23 : turbine artisanale de type à action

source : auteur

Les éléments constitutifs d'une turbine

Elle est constituée de deux éléments :

- La roue : c'est l'élément essentiel. Elle est munie des pâles ou d'augets et a pour rôle de transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique. Les augets modifient la vitesse du fluide alors que les pâles en charge modifient la vitesse et la pression du fluide.
- Un distributeur fixe qui donne aux particules d'eau la vitesse suffisante et une orientation qui permet d'aborder la roue sous l'angle adéquat pour avoir le minimum de perte car des faibles écarts de cet angle peuvent entraîner des pertes importantes au niveau du rendement

b. Le générateur

Un générateur de courant est une pièce maîtresse qui permet de transformer l'énergie mécanique disponible sur l'arbre de la turbine en énergie électrique. Il comporte un induit fixe (stator) et un inducteur tournant (rotor). La partie fixe du générateur est formée d'un enroulement de barres de cuivre tandis que la partie mobile est composée d'électroaimants ou d'aimant permanent, cette dernière tourne à l'intérieur du stator grâce au mouvement de rotation recueillie sur l'arbre de transmission. Pour un générateur, il faut respecter deux conditions : La tension fournie doit être constante en intensité et fréquence, quelles que soient les conditions de charge et les variations momentanées que celle-ci peut subir. Et que la forme d'onde de la tension doit être sinusoïdale et ne comporter que des harmoniques négligeables.

L'énergie peut être produite par un générateur synchrone ou asynchrone.



Figure 24 : Alternateur ELYSTAR PELLIZZARI ; puissance de 30KVA ; facteur de puissance $\cos \varphi = 0,8$ et une tension d'excitation de 19V courant continue ; en fin une sortie triphasée de tension entre phase de 380 V ; machine synchrone de fréquence de 50Hz

Source : auteur

Chapitre2 : Méthodes

I contexte générale

I 1 justification du thème

On a dit que l'électricité est un pilier du développement. A Madagascar, seul 15% de la population ont de l'électricité dont 2% en zone rural. Pour combler ce retard de l'électrification rurale, l'état Malgache a engagé depuis quelques années une profonde réforme du secteur électrique qui a pour but de lutter contre la pauvreté, en développant l'économie de monde rural.

Il y a plusieurs méthodes pour avoir de l'électricité, mais il est préférable d'utiliser l'énergie vert ou énergie renouvelable pour protéger l'environnement. L'utilisation de l'Energie vert minimisera la pollution de l'air et la production de gaz à effet de serre ; le derrière détruit la couche d'ozone et entraîne le changement climatique.

Madagascar possède plusieurs ressources en Energie renouvelable. C'est une grande opportunité profitable, En particulier sur l'hydroélectricité. L'énergie hydraulique représente 54% de la production de l'électricité de la JIRAMA en 2011. Au niveau des opérateurs privés en milieu rural, 18,6% utilisent l'hydraulique contre 3,9% pour la thermique biomasse, 3,57 % pour l'éolienne et 0,29 % pour le solaire. Le pays bénéficie d'une ressource hydroélectrique importante localisée principalement dans les régions Centre, Nord-ouest, Nord et Est du pays, à l'exception du Sud ou les sites potentiels sont rares et le débit des rivières irréguliers. Le potentiel hydraulique recensé du pays est de l'ordre de 7800MW réparti sur toute l'Ile, mais seulement moins de 140MW sont exploités représentant environ 1,3%.

II Etude bibliographique

Depuis longtemps, la recherche bibliographique est une issue pour avoir des connaissances et que nos anciens ont aussi utilisée et y transmis leur connaissance et expériences. Aujourd'hui, nous avons encore eu l'occasion d'avoir recours à différents ouvrages pour la réalisation de ce travail. Nous pouvons même dire que sans eux, cette tâche n'aurait pas été accomplie.

Afin de mieux traiter cette étude, une profonde étude bibliographique a été fondamentale. Des livres et documents de différentes bibliothèques ont été consulté tels que ceux de la bibliothèque de l'alliance française, ceux de l'université d'Antananarivo, ainsi que les ouvrages en ligne.

III analyse de donnée

La partie méthodologie explique succinctement les différentes méthodes abordées à savoir pour la collecte des données, l'observation des causes des impacts, les réunions et entretiens conduits sur terrains ainsi l'enquête menée auprès du technicien de l'électricité et de l'eau.

1. Collecte des données disponibles auprès de responsable de la centrale hydroélectrique (Mr RAKOTONDRABE Justin)

But :

L'objectif est de collecter toutes les données disponibles concernant le central

Principe :

Le responsable a été contactée à l'avance pour avoir fixé un rendez-vous afin de pouvoir récupérer les documents indispensables ainsi que les informations nécessaires. Après, une descente sur terrain est faite pour voir tous les matériels et de pouvoir donner de conseil à l'amélioration.

Méthode :

Les documents ont été utilisés en tant que base pour la compréhension du mécanisme du centrale qui a fait l'objet du présent mémoire. Outre cela, ils renseignent et donnent de plus grosses informations sur le projet. La prochaine étape réside en la lecture ainsi qu'au résumé et à la rédaction de ce livre.

Ensuite, cette dernière est suivie de la descente sur terrain afin de diagnostiquer la réalité sur place par rapport à tout ce qui a été contracté par toutes les parties prenantes concernées affectées par le projet. Cela permet également de mener à bien toutes sortes d'études d'impacts possibles et réalisables que ce soit sur le plan environnemental ou sur le plan socioéconomique

2. Collecte des données disponibles auprès du responsable de l'eau (Mr RAHAJAMANANA Heritiana Panoel)

But :

L'objectif est de collecter toutes les données disponibles concernant l'effet de l'installation à l'agriculture de tous les membres et de comparer la situation de membre avant et après l'installation.

Principe :

La responsable a été contactée à l'avance pour un éventuel rendez-vous afin de pouvoir faire une enquête, des questions ont été posées.

Méthode :

La réponse des questions a été utilisée en tant que donnée nécessaire au résultat de cette mémoire, concernant l'effet de l'installation à l'agriculture.

3 Observation sur terrain

But

L'objectif est d'observer tous les matériels et ses effets à l'agriculture

Principe

Il consiste à descendre sur terrain et à diagnostiquer les impacts prévisibles de divers effets des cataclysmes naturels et des activités de la population environnante du site d'étude.

Méthode :

Pour ce faire, un guide a été engagé ; il peut s'agir soit d'un technicien dans le central, soit dans l'association de la population concernée.

3^e PARTIE :
RESULTAT OBTENUE

Chapitre1 : résultats

I. Du côté de la centrale

Monsieur RAKOTONDRABE Justin est la propriétaire de la centrale ; Il habite à Amboanjobe, il était un agriculteur, éleveur, collecteur. Depuis la crise du 2002 ; Monsieur RAKOTONDRABE Justin a installé la centrale après la brusque augmentation du coup de pétrole. Il cherche une source d'énergie inépuisable. Mais comme toutes les installations ; il y a aussi des problèmes comme :

Pendant la période de pluie ; il y a une augmentation maximale de l'eau ; et malheureusement le canal d'amené ne supporte pas une telle masse de débit et il se fondre.

Et en outre ; pendant la période sèche ; les gens bifurquent l'eau du canal pour pouvoir cultiver leur champ ; en effet ; le débit de l'eau qui entre dans la turbine est suffisamment faible ; ceux qui entraîne la diminution du puissance ou coupure de production.

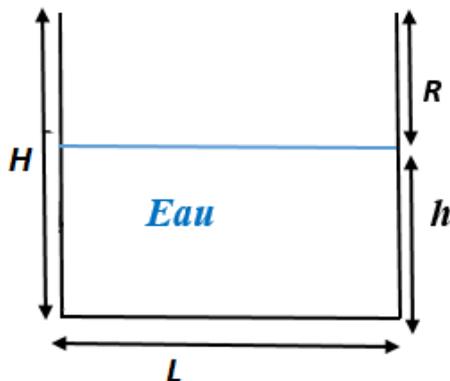
1 calcul de puissance

1.1 Puissance hydraulique

$$Ph = \rho \cdot g \cdot Qv \cdot H$$

Au canal d'amenée

Calcul du débit



Avec H = hauteur du canal

R : revanche

h : hauteur de l'eau dans le canal

L : largeur du canal

$$h = \left(\frac{\alpha Qv^2}{gL^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$Qv = \sqrt{\frac{h^3 \times g \times L^2}{\alpha}}$$

On prend $\alpha = 30^\circ$ (pente du canal)

$$0,4 \leq h \leq 0,7 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ kg/m}^3$$

$$L = 1 \text{ m}$$

- Prenant $h = 0,7 \text{ m}$

AN :

$$Qv = \sqrt{\frac{0,7^3 \times 9,81 \times 1^2}{30}}$$

$$Qv_1 = 0,33 \text{ m}^3/\text{s}$$

Alors ; on a donc :

AN :

$$Ph_1 = 1000 \times 9,81 \times 0,33 \times 20$$

$$Ph_1 = 64746 \text{ W}$$

- Prenant $h = 0,4 \text{ m}$

AN :

$$Qv = \sqrt{\frac{0,4^3 \times 9,81 \times 1^2}{30}}$$

$$Qv_2 = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

On a donc

AN :

$$Ph_2 = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,02 \cdot 20$$

$$Ph_2 = 3924 \text{ W}$$

Débit moyenne :

$$Q_m = \frac{Qv_1 + Qv_2}{2}$$

AN :

$$Q_m = \frac{0,33 + 0,02}{2}$$

$$Q_m = 0,175 \text{ m}^3/\text{s}$$

Puissance hydraulique moyenne :

$$Ph_m = \frac{Ph_1 + Ph_2}{2}$$

AN

$$Ph_m = \frac{64746 + 3924}{2}$$

$$Ph_m = 66708 \text{ W}$$

1.2 Puissance électrique

$$PE = \eta t g \cdot Qv \cdot \rho \cdot g \cdot h$$

Prenant $\eta t g = 0,8$

- Calculons PE_1

AN :

$$PE1 = 0,8 * 0,33 * 1000 * 9,81 * 20$$

$$PE1 = 51796,8 \text{ W}$$

- Calculons PE₂

AN :

$$PE2 = 0,8 * 0,02 * 1000 * 9,81 * 20$$

$$PE2 = 3139,2 \text{ W}$$

Puissance électrique moyenne :

$$PEm = \frac{PE2 + PE1}{2}$$

AN :

$$PEm = \frac{3139,2 + 51796,8}{2}$$

$$PEm = 27468 \text{ W}$$

Tableau 2: tableau de résultat par rapport au niveau de l'eau au canal d'amené

hauteur de l'eau dans le canal	debit[m3/s]	puissance hydraulique [W]	puissance électrique [W]	debit moyenne [m3/s]	puissance hydraulique moyenne [W]	puissance électrique moyenne [W]
h1 = 0,7m	0,33	64746	51796,8	0,175	66708	27468
h2 = 0,4m	0,02	3924	3139,2			

Source : Auteur

2 Du côté du cultivateurs

Mr RAHAJAMANANA Heritiana Panoel est le président du membre des cultivateurs, il habite à Ambohiambo ; il est un éleveur et aussi cultivateur. Il y a 69 cultivateurs qui réunit dans cette association et qui avait des terrains cultivés plus de 40ha au total. D'après le témoignage fait par quelques membres ; cette installation n'a aucun problème pour son agriculture ; au contraire, elle est un atout pour eux.

- Augmentation du taux de produit agricole et de leur économie

L'Energie hydroélectrique est l'énergie la plus propre de nos jours, sans rejet nocif, ni chimique quoi que ce soit dans la nature. Elle est donc sûrement flexible aux productions agricoles. La centrale n'est qu'un passage de l'eau ; le débit entré est sensiblement égal au débit turbiné. Le débit turbiné est récupéré par un canal sous terrain vers les champs. Ceux qui veut dire qu'il n'y a pas de saison sèche, le gent peuvent produire pendant toute l'année avec des produits différents

Tableau 3: Tableau de production par rapport au temps

production	temps
riz	octobre _ mars
orge	juillet_ octobre
blé	juillet_ octobre
haricot	avril _ mai
pomme de terre	avril _ mai
carotte	janvier_ decembre
choue	septembre_ octobre
petit poids	septembre_ octobre

Source : auteur

- Facilite leur travail

L'énergie hydroélectrique utilise l'Energie de pression et cinétique de l'eau. Le canal d'amené a donc besoin d'eau en permanence pour tourner la turbine, de quantité assez grande. Pour cette cause, la responsable de la centrale a surveillé le canal et réparé s'il y a des problèmes. Avant l'installation ; l'irrigation de l'eau vers la riziculture a pris beaucoup de temps pour eux ; 1heure par are. Aujourd'hui il n'y a que 15min

Chapitre 2 : Interprétations et suggestions

I. Du côté de la centrale

D'après le résultat de cette étude, la centrale marche bien et il n'y a aucun problème ni de menace sur la production agricole. Il y a aussi une diminution de débit, le barrage avait un débit $1\text{m}^3/\text{s}$ mais malheureusement, au bout du la conduite il n'y a que $0,33\text{m}^3/\text{s}$ maximal. Et le débit est une des paramètres importants au centrale hydroélectrique ; ceux qui entraîne une perte de puissance. Pour résoudre ce problème ; je suggère une solution :

Reconstruction ou amélioration de canal d'améné

La reconstruction en Betton de la partie du canal au cascade est notre seule solution ; en augmentant sa hauteur, la perte est suffisamment faible, le canal en béton peut supporter le débit du barrage et le débit pendant la saison de pluie.



Figure 25: canal des esclaves

Source : google image

L'image ci-dessus (fig. 25) représente le canal de Beauregard dit « Canal des esclaves », reliant la commune de Fonds Saint-Denis à celles du Carbet et de Saint-Pierre

II. Du côté de la culture

On peut dire que l'installation de cette centrale est une opportunité aux membres, il facilite leur travail et augmente leur moyen de vivre et il peut cultiver leur champ pendant tout l'année avec de produit différent.

Chapitre 3 : Discussions

I. Les enjeux de l'énergie hydraulique

1. Aspects environnemental, économique et social d'une microcentrale hydroélectrique

Environnement

La micro hydroélectricité est une énergie renouvelable très propre. Elle bénéficie des qualités environnementales de l'hydroélectricité, sans avoir les inconvénients qui sont liées à la grande taille des barrages et à l'inondation des réservoirs importants d'eau (libération de mercure, émission de gaz à effet de serre, destruction d'habitats naturelles, sédimentation). En effet le vrai problème provient de la perturbation des variations naturelles du débit du cours d'eau qui sont utilisés à beaucoup de phénomènes écologiques (transport de sédiment, hydratation cyclique des sols, apport en nutriments, zones d'habitat, faunique, etc..). C'est pourquoi il est important de ne prélever qu'une partie raisonnable du débit du cours d'eau, afin de ne pas prélever plus à l'environnement que ce qu'il peut subir sans perturbation. Il faudra également s'assurer que les poissons ne peuvent pas s'infiltrer dans la centrale micro-hydroélectrique, et qu'ils peuvent passer facilement et sans danger dans la prise d'eau.

Économique

Une centrale micro-hydroélectrique a un coût élevé à l'installation par rapport aux génératrices diesel ou à essence, mais son exploitation ne génère presque pas de dépenses et ne consomme aucun carburant. La perte d'énergie accompagnant la transformation du mouvement de l'eau en électricité (soit la production d'hydroélectricité) est minime. La transformation de combustibles fossiles, tels que le mazout, le gaz naturel ou le charbon, entraîne généralement des pertes importantes sous forme de chaleur dissipée. Lorsqu'on brûle du charbon, par exemple, les deux tiers de l'énergie sont perdus, alors que l'eau qui actionne les turbines d'une centrale hydroélectrique est utilisée jusqu'à la dernière goutte.

Social

Selon la Banque Mondiale, la première utilisation de l'électricité en région rurale des pays en voie de développement est l'éclairage. La nuit tombe généralement assez tôt à Madagascar, aux alentours de 17h30. L'éclairage ainsi que la télévision représentent à eux de plus de 80% de la consommation électrique (MEH, 2015). Cette consommation d'électricité pour l'éclairage se

traduit par la possibilité qu'ont les familles à étendre leur plage horaire d'activités ce qui favorise plusieurs tâches. Tout d'abord, la scolarité des enfants, leur permettant de bénéficier de plus de temps pour étudier. Ensuite, l'éclairage réduit le temps entre la préparation du repas et l'heure à laquelle il est consommé. Ainsi, plus besoin de le préparer lorsque qu'il fait jour pour ensuite devoir le réchauffer. Ceci étant, une diminution du combustible et donc du temps d'approvisionnement se voit également observée.

2 Avantage :

L'eau exploitée par les centrales hydroélectriques est une source d'énergie renouvelable. Les retenues d'eau aménagées derrière les barrages sont un moyen efficace de stocker de l'énergie (on peut dire que c'est la seule source d'électricité stockable à grande échelle).

La mise en production d'électricité des centrales de haute-chute est quasi immédiate, ce qui permet de fournir une grande puissance rapidement pour faire face à toute augmentation de la demande. On peut ainsi optimiser le fonctionnement des autres types de centrales électrique à combustible ou nucléaire plus longues à être opérationnelles.

Une fois les installations construites le cout d'exploitation se limite aux salaires du personnel de surveillance et d'entretien, la source d'énergie est gratuite. Les installations ont une longue durée de vie

La production d'hydroélectricité n'est responsable qu'une faible émission de gaz à effet de serre (lors de la fabrication des matériaux de construction et des machines à installées).

Certains lacs de retenues peuvent après aménagement servir de lieux de loisirs (pêche ...) et créer des emplois

Lorsque le transport de l'électricité était moins développé, la présence de fortes productions d'électricité a favorisé l'industrialisation

3. Inconvénients :

Malgré tous ces avantages, elle possède quelques défauts de ce même point de vue écologique. Il avait la modification des environnements présents auparavant. La création du bassin de rétention inonde toute une plaine détruisant tout un écosystème.

Le problème est la construction du barrage. Celui-ci ferme la vallée pour permettre l'accumulation de l'eau en amont. Il ennoie les terres situées dans cette zone. Des terres

agricoles, des pâturages, des forêts sont ainsi détruits. Des villages qui vont être engloutis doivent être évacués de leurs habitants. Même s'il y a indemnisation, il faut fournir aux déplacés des nouvelles ressources et de nouveaux lieux de vie. Ces opérations provoquent souvent des résistances plus ou moins violentes.

La faune aquatique est impactée par le mur infranchissable du barrage. Plusieurs espèces ne peuvent pas circuler comme elles le font naturellement, notamment pour frayer (se reproduire). Il faut alors construire des « échelles à poisson », dont l'efficacité n'est pas la même que dans les situations sans barrage (selon les espèces, les débits).

La création de retenues d'eau modifie la qualité de l'eau. L'eau venant du barrage et rejetée par la centrale peut être moins bien oxygénée, et de température moins régulière que la rivière.

L'obstacle constitué par le barrage fait se déposer tout ou presque tous les sédiments (limons, sables, graviers ; galets et pierres) en suspension dans la partie amont du cours d'eau alors qu'avant le barrage, ces sédiments étaient poussés lors des crues. Les cours d'eau en aval avant la construction d'un barrage en équilibre dans lequel il y a des sédiments qui arrivent de plus haut. Quand ils n'en arrivent plus, cet équilibre est perturbé, les sédiments manquent à l'aval. La réduction d'arrivée de sable et de cailloux fait risquer de l'érosion marine. Le cours d'eau peut s'enfoncer et s'appauvrir, ou provoquer de nouvelles érosions.

Perspective (L'hydroélectricité aux futures)

L'énergie hydraulique continuera de jouer un rôle important dans l'apport mondial d'électricité. Des potentielles significatifs dans la construction de capacités hydroélectriques existent encore dans les nombreux pays.

« L'Énergie est le fil d'or qui relie le développement économique et social à la durabilité environnementale et permet au monde de prospérer. Le développement n'est pas possible sans l'énergie et le développement durable n'est pas possible sans l'énergie durable. » BANKI MOON

La tendance du développement mondial va dans le sens de projets de production d'électricité par l'énergie renouvelable ; particulièrement l'hydroélectricité. L'eau présente presque 80% de la surface de la terre (www. Eau et planète. Free. Fr) elle représente encore sous ses trois formes : solide ; liquide et gaz

Océans et mers : 97%

Lacs et rivières : 2,9%

Vapeur dans l'atmosphère et eau des nuages : 0,001%

Glaciers : 0,1%

Le potentiel hydroélectrique dans la planète terre est gigantesque ; l'hydroélectricité est l'énergie la plus propre et la plus durable de nos jours

La petite centrale est la plus utilisée pour l'électrification des régions rurales, notamment en l'intégrant dans des systèmes hybrides.

Le développement progressif des capacités hydroélectriques est favorisé par la recherche et les perfectionnements des technologies employées

CONCLUSION

Par cette étude, il a été constaté que la microcentrale et l'agriculture s'interdépendent. Ce qui en effet, donne des avantages nombreux aux utilisateurs par l'abondance de l'eau qui ne présente aucune perte. Cela procure aux agriculteurs plus de ressources en matière d'irrigation afin de produire annuellement.

La présente étude a été réalisée à travers une enquête au Fokontany Ambohimiantso Amboanjobe, dans la Commune Urbaine de Betafo, par l'intermédiaire d'une microcentrale afin d'étudier son impact sur la vie quotidienne des résidants. C'est ainsi qu'il a été orienté vers la production agricole. Conséquemment, la présence de cette microcentrale est efficace pour le développement de ce Fokontany car elle donne d'innombrables bénéfices aux Agriculteurs qui présentent la majorité de la population.

Nonobstant ces plusieurs avantages, il faudrait penser à améliorer le canal d'irrigation pour que l'ouvrage dure pour les générations suivantes, précisément, à en faire d'un béton armé.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : dictionnaire de français LAROUSSE
- [2] : Madagascar et la famine énergétique écrit par François COLLOMBAT le 20/05/2019
- [3] : Site de l'office régional du tourisme du vakinankaratra
- [4] : le principe fonctionnement d'une centrale
- [5] : les conduites forcées : principes, aménagements, sécurités écrit par Frederic Elie le mai 2014
- [6] : Nouvelle encyclopédie BORDAS ; pages : 5618
- [7] : mémoire de fin de cycle ; commande en puissance d'une centrale hydroélectrique élaboré par Mr TAHIR RAOUF et Mr DEHOUCHE EL AZIZ
- [8] : Alternateur BOUTEFFAHA
- [9] : l'énergie renouvelable dans le cadre du développement durable : cas de Madagascar écrit par Monsieur ANDRIANARISON Nirilanto Augustin
- [10] : le secteur de l'Energie à Madagascar écrit par Anne Georgelin l'Aout 2016

WEBOGRAPHIE

www.hydroquebec.com

www.aiesme.org

www.techniques-ingenieur.fr

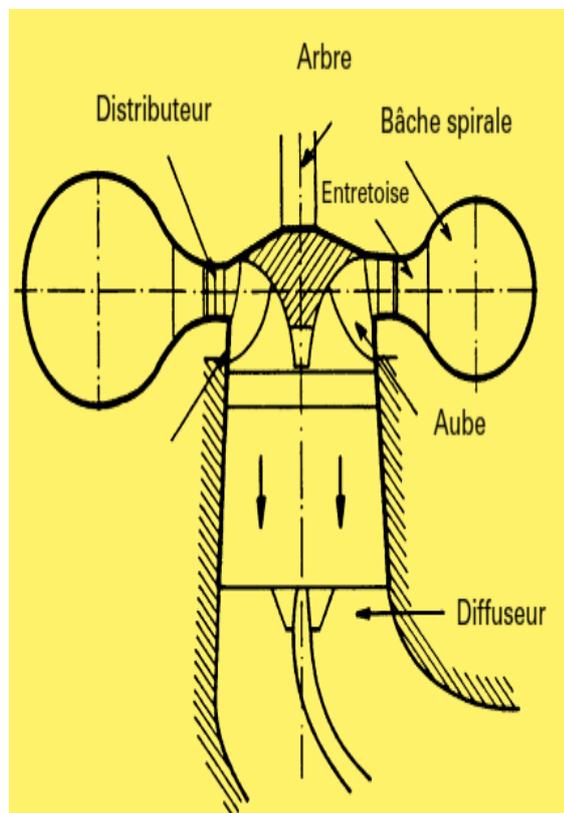
www.researchgate.net

www.enjr.renouvelables.free.fr

ANNEXES

ANNEXE I : TURBINE FRANCIS

TURBINE FRANCIS

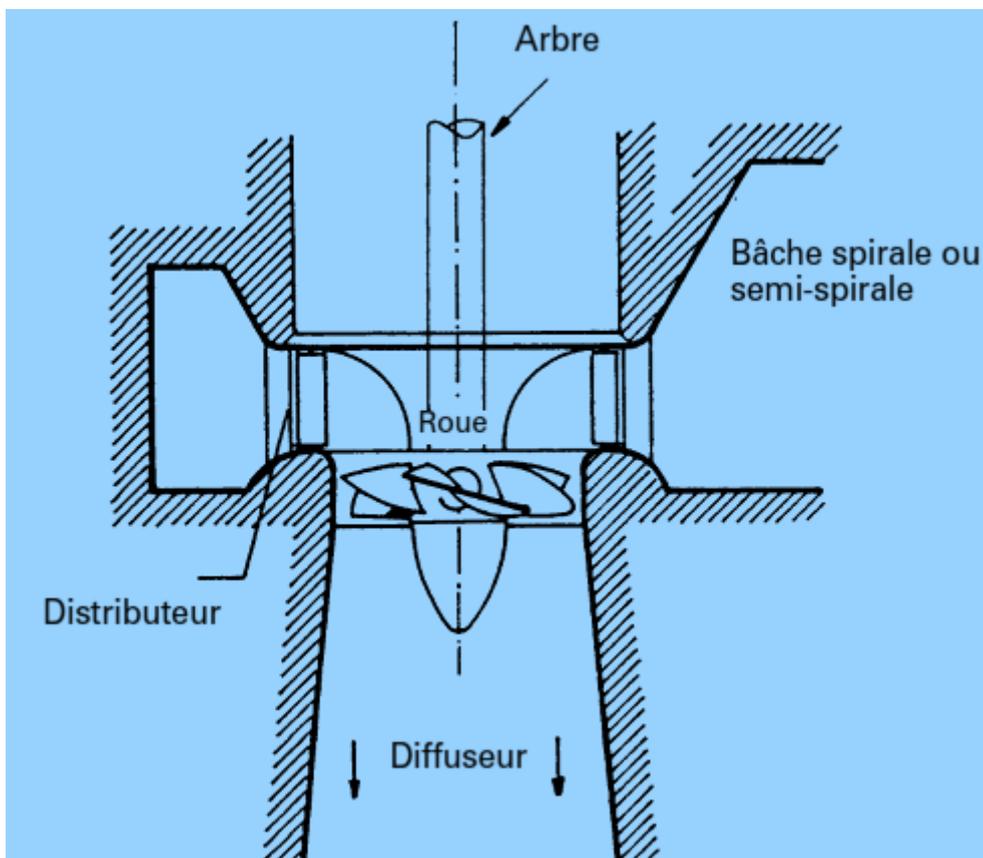
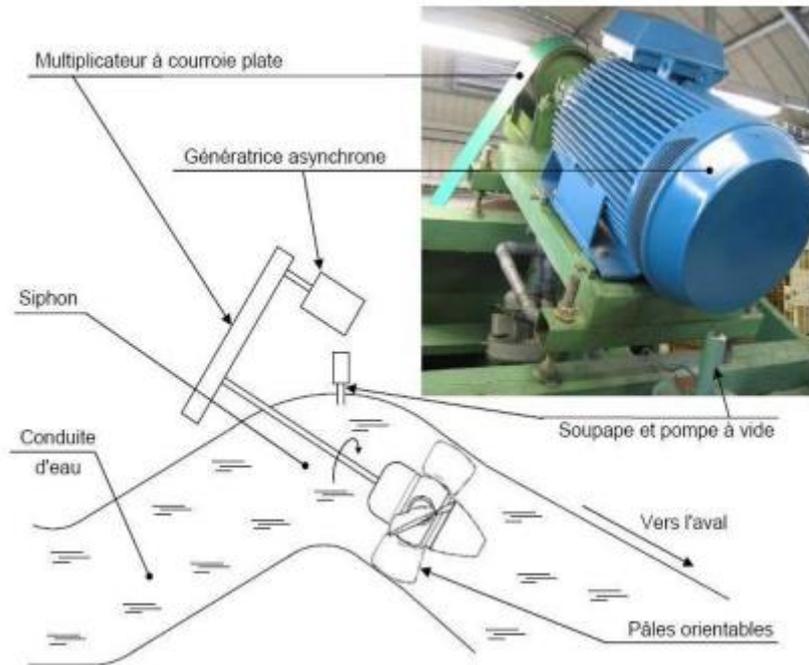


La turbine Francis est utilisée pour des faibles variations de débit (débits moyens entre 100 l/s et 6000 l/s). Elle s'adapte bien aux chutes moyennes de 10m à 100m. Elle a un bon rendement et une vitesse de rotation élevée (1000 tr/min).

La turbine Francis est une turbine à réaction de type radial à axe vertical. Elle est adaptée pour des hauteurs et débits moyens. Son distributeur est enroulé autour de la turbine, l'entrée de l'eau se fait par toute sa périphérie. La sortie de l'eau se fait de manière axiale dans le diffuseur (qui fait office d'aspirateur).

ANNEXE II : TURBINE KAPLAN

TURBINE KAPLAN

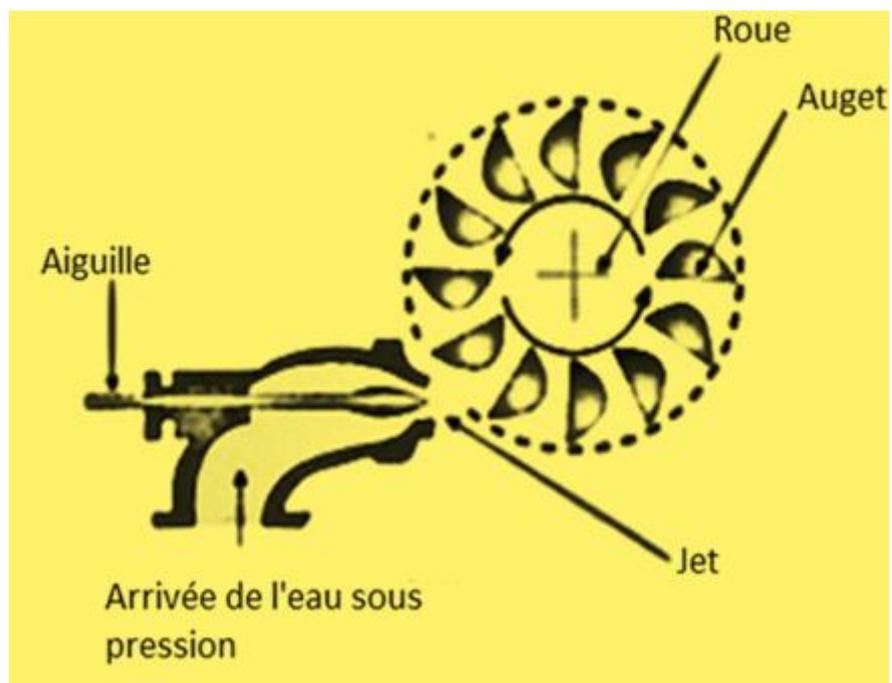
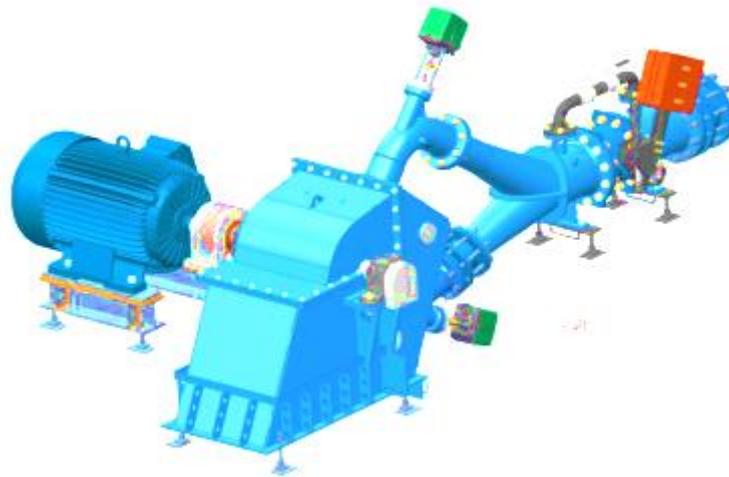


Les turbines Kaplan (ou turbines hélice) sont les turbines les mieux adaptées pour les faibles chutes (environ 2m) et des débits importants. Elles conviennent bien pour des débits variables et leur rendement est bon (84-90% maximum) en dépit d'une vitesse de rotation faible. La roue de la turbine Kaplan est semblable à une hélice de bateau et les pâles sont orientables pour optimiser le coefficient de rendement de la turbine.

La turbine Kaplan offre une analogie intéressante avec les turbines éoliennes sur l'aspect du réglage de l'orientation des pâles.

ANNEXE III : TURBINE PELTON

TURBINE PELTON



Elles sont utilisées généralement pour les centrales de hautes chutes, à faible débit. Elles sont très peu présentes sous nos contrées.

La turbine Pelton est une machine à action dont l'axe peut être vertical ou horizontal. Celle-ci est composée d'une roue mobile garnie à sa périphérie d'augets en double cuillère et dont le distributeur est fait d'injecteurs ; leur nombre peut varier de 1 à 6.

La vitesse nominale de la turbine varie de 500 tr/min à 1500 tr/min, ce qui permet un couplage direct sans multiplicateur à la génératrice électrique

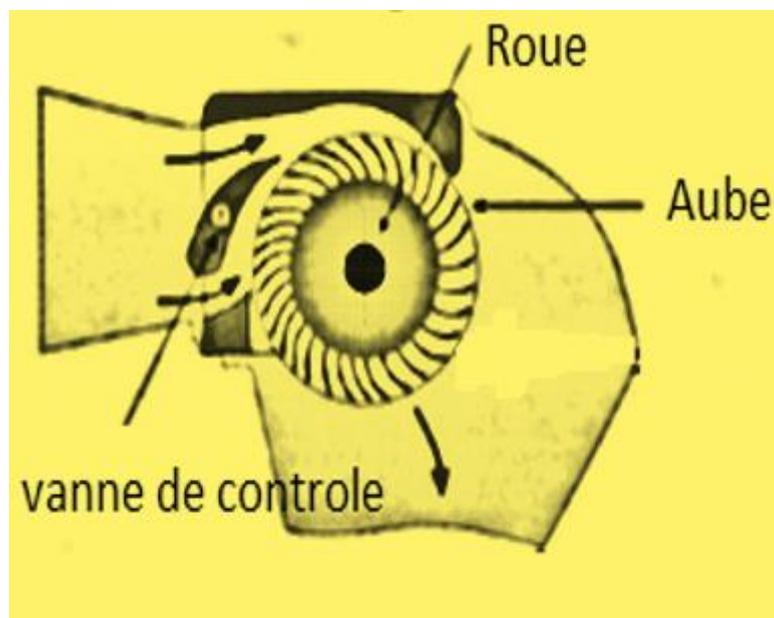
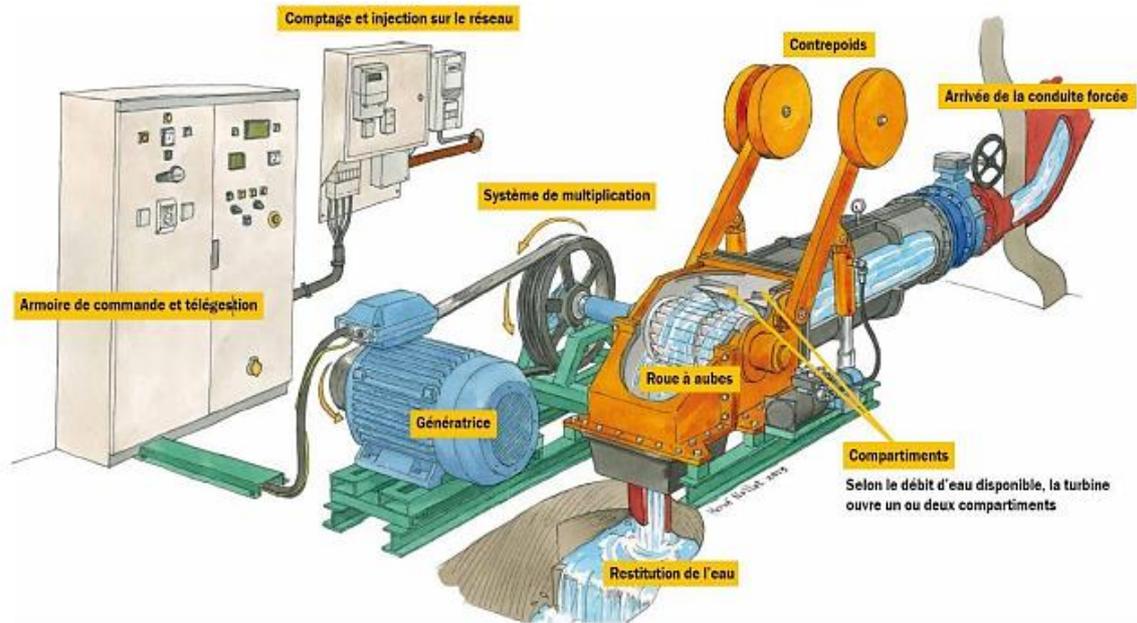
Les injecteurs sont des tuyères convergentes munies d'un pointeau transformant l'énergie de pression en énergie cinétique. Ils sont disposés autour de la roue et leur jet, à pression atmosphérique, est dirigé vers le milieu des augets, au "diamètre Pelton". Une régulation du débit et un réglage du diamètre du jet peuvent être effectués en faisant varier la sortie du pointeau.

La roue mobile tourne à pression atmosphérique, il n'y a plus de variation de pression du fluide dans cette roue. Mais lors de son passage dans la roue, l'eau est déviée de presque 180°, ainsi, elle cède toute son énergie cinétique.

Cette roue ne dispose pas de diffuseur car l'eau à la sortie de la roue ne possède plus d'énergie. Il y a juste un boîtier qui permet de récupérer l'eau et de la canaliser vers le bief aval.

ANNEXE IV : TURBINE CROSS-FLOW

TURBINE CROSS-FLOW



La turbine Cross flow, appelé aussi turbine à flux traversant, est une machine à action qui a ceci de particulier que l'eau traverse deux fois la roue. De construction simple, elle est constituée de trois parties principales.

- Un injecteur de section rectangulaire et dont le débit est réglé à l'aide d'une aube profilée rotative, similaire à une vanne papillon.
- Une roue en forme de tambour, dotée d'aubes cylindriques profilée.
- Un bâti enveloppant la roue et sur lequel sont fixés les paliers de la turbine.

Table des matières

1^{er} PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

RESUME.....	vii
Chapitre I : PRESENTATION DE LA COMMUNE URBAINE DE BETAFO.....	2
I.1. Localisation et délimitation.....	2
I.1.1. Localisation	2
I.1.2. Délimitation	2
I.2 Hydrographie.....	2
I.3. Géographie de Betafo.....	2
Présentation de la zone d'étude	3
Chapitre II : Généralités sur l'hydroélectricité.....	4
II.1. Quelques définitions :	4
II.1.1. Hydroélectricité.....	4
II.1.2. Barrage.....	4
II.1.3. Conduite forcée	4
II.1.4. Turbine	4
II.1.5. Alternateur.....	5
II.2. Centrale hydraulique.....	5
II.2 1. Principe de fonctionnement des centrales hydrauliques	5
II.2 2. Différents types de centrales	6
II.3 3. Taille des centrales :	8
II.6. Barrage et conduite d'eau	8
II.6.1. Barrage	8
II.6. 2.. Les types des barrages.....	9
II.6.3. L'utilisation des barrages.....	10
II.6.4 la conduite d'eau opposés	11
II.7. La turbine	12
II.7.1 La turbine hydraulique	13
II.7.2-Principe de fonctionnement des turbines à réaction :	14
II.7.3. Principe de fonctionnement des turbines à action :	15

II-7.4-Choix d'une turbine pour une application :	16
II .7.4 choix de la turbine hydraulique pour les microcentrales.....	17
II.9. Alternateur	17
I -1. Introduction	17
I -2. Démarrage des moteurs synchrones	18
I -3. Mise au synchronisme	19
Remarque	20
Chapitre III : L'hydroélectricité à Madagascar	1
2° PARTIE : METHODOLOGIE DE RECHERCHE	
Chapitre 1 : matériels :	22
I Ressources hydrauliques	22
I.1 Cycle de l'eau	22
I.2 Débit	22
II. Puissance et Energie	23
II.1 Puissance hydraulique	23
II.2 Puissance électrique	23
II.3 Hauteur brute, hauteur nette de chute et perte de charge	24
III. Les éléments constitutifs des centrales hydroélectriques	26
III.1. Les ouvrages de génie civil.....	26
III.2. Les équipements de production	29
Chapitre2 : Méthodes	32
I contexte générale.....	32
I 1 justification du thème	32
II Etude bibliographique	32
III analyse de donnée	33
1. Collecte des données disponibles auprès de responsable de la centrale hydroélectrique	33
2. Collecte des données disponibles auprès du responsable de l'eau	33
3 Observation sur terrain.....	34
3° PARTIE : RESULTAT OBTENUE	

Chapitre1 : résultats.....	34
I. Du côté de la centrale	34
1 calcul de puissance.....	34
2 Du côté du cultivateurs	38
Chapitre 2 : Interprétations et suggestions	39
I. Du côté de la centrale	39
II. Du côté de la culture.....	39
Chapitre 3 : Discussions	40
I. Les enjeux de l'énergie hydraulique	40
1. Aspects environnemental, économique et social d'une microcentrale hydroélectrique.	40
2 Avantage :.....	41
3. Inconvénients :	41
III. Perspective (L'hydroélectricité aux futures)	42
BIBLIOGRAPHIE	1
ANNEXE I : TURBINE FRANCIS	I
ANNEXE II : TURBINE KAPLAN	III
ANNEXE III : TURBINE PELTON.....	V
ANNEXE IV : TURBINE CROSS-FLOW	VII
ABSTRAT.....	12

ABSTRAT

Hydraulic energy is an energy that uses the movement of water to create electrical energy. It is the cleanest and most satisfactory source of renewable energy with good efficiency. There are two types of hydraulic power plant ; the run-of-river plant (the one that uses the natural flow of water) and the reservoir-fed plant (the one that uses a dam to store water and to increase height). The power plant is classified by its produced power.

There are 3 types of dam ; the gravity dam (generally its apparent shape is a right triangle); the vault dam (arched in shape, it requires a good foundation rock) and the buttress dam (they are made up of a series of walls). The supply channel transfers the water from the dam to the penstock (in the form of a series of pipes whose role is to change kinetic energy into pressure energy). There are two types of flow in the pipe ; steady state flow and non-steady state flow.

The turbine is a rotating machine that creates mechanical energy; it can be divided into two families; the action turbine (the fluid has undergone an expansion and brings only kinetic energy when it enters the wheel) and the reaction turbine (the fluid is still under pressure, and it brings both energy kinetic and pressure energy). The choice of the turbine depends on the flow rate and head ratio.

An alternator is a device that creates electrical energy by induction of a conductive wire. In an alternator, there is a rotor (the one which absorbs the electric current, it can be constituted by a permanent magnet or by an inductor rotor) and also a stator (the one which produces electric power). There are two groups of the alternator; synchronous alternator and asynchronous alternator

Madagascar has a large listed hydraulic potential estimated in the order of 8000MW distributed throughout the island of which only 165MW are exploited.

At the end of this study on a micro hydroelectric power station in Amboanjobe and its effects on agriculture ; after a long period of study, today it can be said that this central poses no threat to farmers; on the contrary; it is an asset to them. Hydroelectricity represents many advantages over other energy in economic, environmental and social terms; non-polluting and sustainable energy.

Madagascar has a great potential for hydropower but unfortunately only 1.5% is exploited. Electricity is a pillar of sustainable development. Why don't we take this opportunity? Does it have any problems?

Words keys : hydraulic energy ; micro hydroelectric ; agriculture ; Amboanjobe ;
irrigation