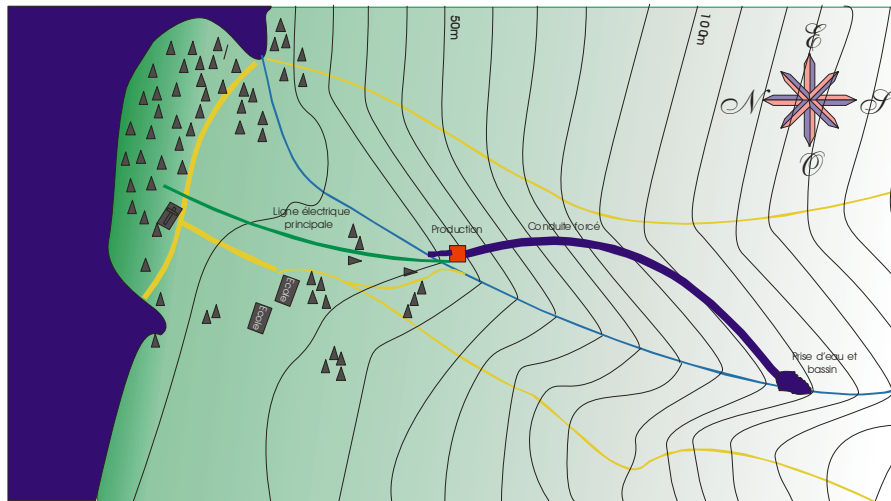


## Technique :

### 1. Descriptif

Croquis Antintorona et installation hydroélectrique



Besoins initiaux du village en électricité : 3kW

Soit 100 lampes économiques 11w pour l'éclairage individuel et public.

Et 50% de réserve.

#### Dimensions principales :

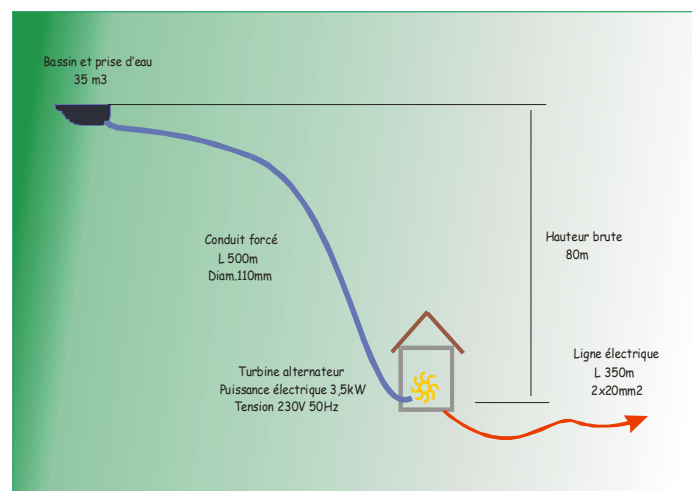
Volume du bassin à la prise d'eau 35 m<sup>3</sup>, destiné à compenser le débit de la saison sèche pendant 2,5 heures à la tombée de la nuit.

Hauteur de chute brute, 80m.

Débit nominal, 8 l/s.

Diamètre conduit forcé 110 mm, longueur 500 m.

Longueur de la ligne principale 350 mètres, d'une section de 2x20mm<sup>2</sup>.



## 2. Hydrologie et topologie

La rivière a un débit minimum de 4 l/s pendant trois mois et plus de 10 l/s le reste de l'année.

Le débit nécessaire à la turbine est de 8 l/s, par conséquent un bassin de compensation pour la période sèche de 35 m<sup>3</sup> permet de compenser le manque pendant 2,5 heures.

La hauteur de chute brute de 80 mètre est formée par le bassin situé à 105 mètres d'altitude et du groupe turbine à 25 mètres.

Le relief et la nature du terrain composé de terre argileuse et de roche granitique permettent d'enterrer les 500 mètres de conduite. Seul quelques tronçons dans la partie haute et très rocheuse sont réalisés par une construction en maçonnerie.

## 3. Génie civil

Prise d'eau et bassin de rétention :

Le lit de la rivière est aménagé pour réaliser une réserve d'eau. On laisse aussi un débit minimum à la rivière pendant la période sèche.



Conduit forcé :

PN10bars, DN110mm.

Produit en longueurs de 6 mètres à Antananarive, les tuyaux PVC sont et assemblés par joints enfichables.

Enterré, le conduit est sellé à chaque longueur par un bloc d'ancrage, afin que les tuyaux ne se déboîtent pas.



Maisonnette de production :

C'est à l'aide d'un moule de sable, de ciment et d'eau que les villageois fabriquent les parpaings servant à construire la maisonnette.



#### 4. Turbine alternateur régulateur

##### Turbine :

La turbine de type Pelton d'un diamètre de 200mm tourne à 1600tr/min. L'injecteur d'un diamètre de 16.5mm a un débit de 8 litres/secondes à la pression de 7 bars.



La fabrication artisanale de la turbine utilise des techniques présente à Madagascar, fonderie, mécanique, serrurerie.

##### Alternateur :

L'alternateur est une machine asynchrone triphasée (moteur triphasé à cage), robuste, simple, bon marché et disponible sur place.

Schéma de raccordement pour une utilisation en monophasé :

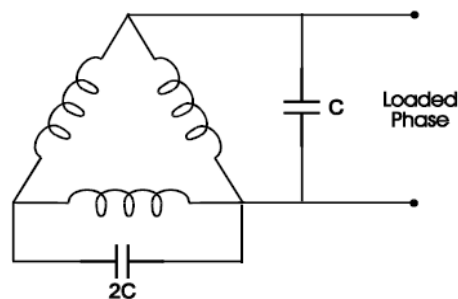


Figure 2 'C-2C' connection for single phase generation

## Régulateur :

Le type de ce régulateur nommé IGC permet l'utilisation d'un moteur asynchrone en générateur monophasé de tension 230v, 50Hz.

Il est largement répandu dans les installations de turbinage en îlot.

Les composants électrique et électronique sont des fournitures standard.



## Fonctionnement :

Afin de simplifier au maximum la régulation de l'ensemble turbine générateur, seul deux modes de fonctionnement existent. La vanne principale est fermée, l'installation ne produit pas d'électricité. La vanne principale est ouverte le générateur produit une puissance nominale constante de 3,5kw avec un débit constant de 8l/s.

La partie d'énergie non utilisé par les usagers est acheminée sur des charges ballasts, selon le schéma de principe ci-dessous.

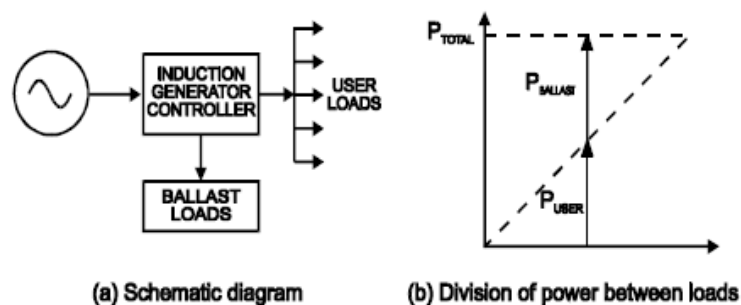


Figure 1 Basic principles of the control system

Schéma électrique de principe :

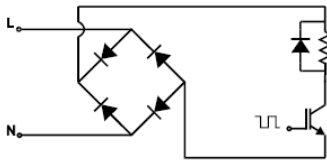


Figure 4 Basic switching circuit for the unit

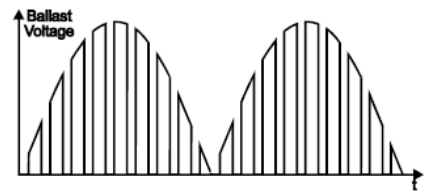


Figure 5 Typical ballast voltage waveform with 60% on time

## 6. Distribution récepteurs

Réseau principal :

La ligne de 350m 2x20mm<sup>2</sup> est enterrée et protégée contre les surtensions atmosphériques.

Réseau secondaire :

La distribution est faite en étoile, enterrée et protégée contre les surintensités ainsi que contre les courants de défaut (FI 30mA).

Récepteurs :

La lumière pendant les premières heures de la nuit.

La glace le reste du temps.

1 compresseur de 1 kW entraîné mécaniquement par la turbine permet de produire au moins 300 kg de glace / 24h.

Température du mélange caloporteur (eau + sel ou eau + glycol) : -12°C.

Durée d'un cycle de congélation ( 50 kg de glace / cycle) : 3h30 ( 2h30 en pays froid) => 6 à 7 cycles / 24h => 6 x 50 = 300 kg /24h

Pains de glace cylindriques diamètre 6cm longueur 18 cm ( 0,5 kg ) dans sachets plastique soudés. Ce diamètre est optimum : un diamètre supérieur ralentit la prise en glace dans la masse.

D'autres solutions peuvent être imaginé pour valoriser l'énergie non consommée.

## Feuille de calcul :

### Dimensionnement

500m DN 110

Entrées de calcul		Résultats	
<b>Puissances et rendements</b>			
Puissance électrique village		3078.25	watts
Rendement ligne		96.40	%
Rendement générateur	75 %		
Rendement turbine	75 %		
Rendement conduit forcé et pertes		92.91	%
Rendement global		50.38	%
<b>Pertes en lignes</b>			
Longueur ligne	350 mètres		
Tension Village		228.76	volts
Tension alternateur	237.00 volts		
Courant		13.46	ampères
Section en mm <sup>2</sup>	20.00 mm <sup>2</sup>		
Résistance ligne		0.61	ohms
U ligne (volt)		8.24	volts
Pertes ligne %		3.60	%
<b>Paramètres production</b>			
Diamètre turbine PCD	200 mm		
Vitesse alternateur	1600 tr/min		
Rapport turbine / vitesse jet	0.46		
Coefficient de vitesse injecteur	0.97		
Puissance absorbée turbine		5677	watts
Puissance absorbée générateur		4258	watts
Puissance électrique générateur		3193	watts
Vturbine		16.76	m/s
Vjet		36.42	m/s
Hn		71.87	mètres
Q		8.05	litres/seconde
Djet		16.76	mm
<b>Pertes conduite forcée</b>			
Coefficient de rugosité, k	0.006	(Q = 10l/s, pour lect. diagramme)	

Coefficient de friction, f	0.02		
Longueur conduite	500	mètres	
Diamètre conduite DN110	99.4	mm	
Pertes de charges			<b>5.35 mètres</b>

#### **Pertes spécifiques**

Coefficient vanne	0.1		
Coefficient coudes	1		
Coefficients joints	1		
Coefficient prise d'eau	0.5		
Pertes spécifiques			<b>0.14 mètres</b>

#### **Hauteur de chute brute**

Hauteur brute = Hn + pertes			<b>77.36 mètres</b>
-----------------------------	--	--	---------------------

#### **Volume bassin période sèche**

Débit minimum rivière	4	litres/seconde	
Durée de fonctionnement	2,5	heures	
Volume bassin			<b>36.00 mètres cubes</b>

#### **Pression dynamique**

Diamètre intérieure	9.94E-02	mètre	
Épaisseur	5.30E-03	mètre	
Module Young	2.80E+09	N/m <sup>2</sup>	
Wave velocity			<b>360.69 m/s</b>
Vitesse dans conduite			<b>1.04 m/s</b>
Pression dynamique			<b>38.15 mètres</b>
Pression totale			<b>115.51 mètres</b>

Ultimate tensile strength	2.80E+07	N/m <sup>2</sup>	
---------------------------	----------	------------------	--

Facteur de sécurité		<b>2.59</b>	!!!!!!! < 3.5	Vérifier avec les temps de fermeture de la vanne.
---------------------	--	-------------	---------------	---

Temps critique		<b>2.77</b>	secondes	
----------------	--	-------------	----------	--

Pression avec 5 sec. de fermeture			<b>12.23 mètres</b>
-----------------------------------	--	--	---------------------